

8/5/7

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

007254693

WPI Acc No: 1987-251700/198736

XRAM Acc No: C87-106508

Prodn. of hybrid protein comprising mature human serum albumin - having trypsin cleavable hydrophilic extension, by growing E. coli cells transformed with new inducible plasmid

Patent Assignee: GENETICA (GENE-N)

Inventor: LATTA M; MAYAUX J F; SARMIENTOS P; MAYAUX J

Number of Countries: 013 Number of Patents: 007

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week	
EP 236210	A	19870909	EP 87400355	A	19870219	198736	B
FR 2594846	A	19870828	FR 862379	A	19860221	198745	
JP 62275695	A	19871130	JP 8737683	A	19870220	198802	
EP 236210	B	19911023				199143	
DE 3773963	G	19911128				199149	
US 5100784	A	19920331	US 8716651	A	19870219	199216	
US 5187261	A	19930216	US 8716651	A	19870219	199309	
			US 91653195	A	19910208		

Priority Applications (No Type Date): FR 862379 A 19860221

Cited Patents: EP 138437; EP 200590; 1.Jnl.Ref; EP 114506; EP 1929; EP 73646

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
EP 236210	A	F	55	
				Designated States (Regional): AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE
EP 236210	B			
				Designated States (Regional): AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE
US 5100784	A	36		
US 5187261	A	36	C07K-015/02	Div ex application US 8716651 Div ex patent US 5100784

Abstract (Basic): EP 236210 A

Prodn. of hybrid protein (A), contg. a hydrophilic, N-terminal peptide extension terminated by a trypsin cleavage site, fused to the mature human serum albumin (HSA) sequence, comprises cultivating a strain of E. coli able to retain a plasmid which contains the nucleotide sequence coding for (A), the expression of which is controlled by an inducible bacterial promoter. Also new are (1) the plasmids pXL462; pXL641; pXL740 and pXL741 and (2) hybrid proteins expressed by these plasmids.

pXL462 contains the PL promoter; the ribosome-binding site (RBS) of the gene cII of lambda phage (lacking the tR1 transcription termination site); ATG start codon and the first 6 codons of the cII gene. It produces an (A) having the N-terminal extension of formula (Met)-Val-Arg-Ala-Asn-Lys-Arg. pXL641 contains the Ptrp promoter followed by penicillin amidase (PA) promoter; the RBS of PA and the first 6 codons of the PA gene. It produces an (A) with N-terminal extension of formula Met-Lys-Asn-Arg-Asn-Arg. pXL740 and pXL741 are similar to pXL641 but the extension is modified by directed mutagenesis to Met-Lys-Asn-Arg-Lys-Arg or Met-Lys-Arg-Lys-Arg. The (A) formed is converted to denatured, insoluble form, then renatured and solubilised

BEST AVAILABLE COPY

to rearrange the sec. and tert. structures of the polypeptide chain.
(A) is treated with trypsin to give a protein having a primary structure identical to HSA.

USE/ADVANTAGE - (A) can be converted into mature HSA.
0/11

Title Terms: PRODUCE; HYBRID; PROTEIN; COMPRIZE; MATURE; HUMAN; SERUM;
ALBUMIN; TRYPSIN; CLEAVE; HYDROPHILIC; EXTEND; GROW; COLI; CELL;
TRANSFORM; NEW; INDUCE; PLASMID

Derwent Class: B04; D16

International Patent Class (Main): C07K-015/02

International Patent Class (Additional): C07H-015/12; C07H-017/00;
C07K-013/00; C07K-015/06; C12N-001/21; C12N-015/00; C12P-019/34;
C12P-021/02; C12R-001/19

File Segment: CPI



⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑬ Numéro de dépôt: 87400355.1

⑮ Int. Cl.4: C 12 N 15/00, C 07 K 13/00

⑭ Date de dépôt: 19.02.87

⑯ Priorité: 21.02.86 FR 8602379

⑰ Demandeur: GENETICA, 160 Quai de Polangis,
94340 Joinville Le Pont (FR)

⑲ Date de publication de la demande: 09.09.87
Bulletin 87/37

⑳ Inventeur: Latta, Martine, 297 Rue de Charenton-75,
F-75012 Paris (FR)
Inventeur: Mayaux, Jean-François, 21ter, Boulevard de la
République, F-92260 Fontenay aux Roses (FR)
Inventeur: Sarmientos, Paolo, Via Mose Bianchi 104,
Milano (IT)

㉑ Etats contractants désignés: AT BE CH DE FR GB IT LI
LU NL SE

㉒ Mandataire: Pillard, Jacques et al, RHONE-POULENC
RECHERCHES Service Brevets Pharma 25, Quai Paul
Doumer, F-92408 Courbevoie Cedex (FR)

㉓ Procédé de préparation de la sérum albumine humaine mature.

㉔ Procédé de préparation de sérum-albumine humaine ma-
ture à partir d'une sérum-albumine humaine produite par voie
microbiologique sous forme de protéine fusionnée («pseudo-
pro-SAH»).

EP 0 236 210 A1

La présente invention concerne un procédé de préparation de la sérum-albumine humaine mature à partir d'une sérum-albumine humaine produite par voie microbiologique sous forme de protéine fusionnée.

5 Il existe un grand choix d'organismes hôtes, tels que les cellules mammifères modifiées ou les micro-organismes qui peuvent potentiellement être utilisés en vue de la production en quantités importantes de protéines humaines d'une grande valeur thérapeutique.

10 L'utilisation de cellules mammifères modifiées par les techniques de l'ADN recombinant présente l'avantage de conduire à des produits très proches de ceux d'origine naturelle ; cependant la culture de ces cellules est délicate et ne peut être conduite que dans des volumes limités.

15 L'emploi de micro-organismes, tels que les bactéries, permet une fabrication à une échelle plus importante mais présente l'inconvénient de conduire à des produits qui diffèrent sensiblement des produits d'origine naturelle. Ainsi les protéines normalement glycosylées chez l'homme ne sont pas, en général, glycosylées par les bactéries [P. Berman et L.A. Laskey, Trends Biochem. Sci., 20 (1985) 10, p.51 et suivantes]. Par ailleurs, les protéines humaines exprimées à haut niveau dans des bactéries telles que E.coli acquièrent souvent une conformation non native qui s'accompagne d'une précipitation intracellulaire [R.G. Schoner et coll., Bio. Technol. (1985), 3, p.151 et suivantes ; J.M. Schoemaker et coll., EMBO J. 25 (1985), 4, p.775 et suivantes]. Enfin, pour qu'un gène puisse s'exprimer dans une bactérie, telle que E.coli, il est indispensable de positionner un codon initiateur méthionine devant la séquence codante de la protéine mature. Généralement, ce résidu n'est pas excisé par la méthionyl aminopeptidase de E.coli [P.H. Seeburg et coll., 1985, 2, p.37 et suivantes ; J.M. Schoner et coll., Proc. Natl. Acad. Sci. USA (1981), 81, p.5403].

La protéine obtenue présente donc un acide aminé anormal comme premier résidu qui peut provoquer l'inhibition stérique d'une activité biologique si le début de la protéine est impliqué dans cette activité. Le résidu peut également présenter un caractère 5 immunogène néfaste à l'administration ultérieure de la protéine.

Il résulte que le choix d'une cellule-hôte dépend de la protéine spécifique que l'on veut obtenir. Dans le cas d'une protéine de valeur marchande élevée et nécessaire en quantité limitée, les cellules mammifères peuvent constituer une source particulièrement bien adaptée. Par contre dans le cas d'un produit de valeur marchande plus faible et nécessaire en quantité importante, de l'ordre de plusieurs dizaines de tonnes, telle que la sérum-albumine humaine (SAH), il paraît indispensable d'utiliser des micro-organismes tout en remédiant aux inconvénients liés à leur emploi. 10

15 Lorsque la SAH est exprimée à partir d'une construction génétique du type "Promoteur-Site de démarrage de traduction-ATG-Gène de la SAH mature", la protéine obtenue conserve généralement une méthionine comme résidu N-terminal. Pour éliminer la méthionine N-terminale de protéines hétérologues exprimées chez *E.coli*, plusieurs méthodes peuvent être envisagées, telles que le clivage enzymatique in vivo, l'excision protéolytique pendant ou immédiatement après le transport à travers la membrane ou bien des digestions protéolytiques ou chimiques in vivo.

Il est connu, en particulier d'après J.P. Waller, J. Mol. 25 Biol., (1963), 7, p.483 et suivantes, que *E.coli* possède une méthionyl aminopeptidase qui excise la méthionine N-terminale d'un certain nombre de protéines. Cependant la spécificité du mécanisme est mal connue et il est supposé que ce mécanisme dépend du ou des résidus suivant la méthionine [V.M. Vogt, J. Biol. Chem. (1970), 245, p.4760 30 et suivantes ; H.J. George et coll., (1985) DNA, 4, p.273].

Les protéines sécrétées sont généralement initialement synthétisées sous forme d'une préprotéine comportant une "Séquence-signal" qui inclut le premier résidu. Cette séquence subit une excision protéolytique pendant ou immédiatement après le transport à travers la membrane [R. Scheckman, Trends Biochem (1985), 10, p.177]. Cependant ce système ne convient généralement pas dans le cas de protéines cytoplasmiques ou hétérologues du fait des problèmes de transport dûs soit à certaines parties de la séquence primaire de la protéine [J. Tommassen et coll., EMBO J. (1985), 4 p.1041] soit à une précipitation intra-cytoplasmique trop rapide de la protéine. Par ailleurs les mécanismes impliqués dans la sécrétion de protéines par les cellules eucaryotes, telles que la SAH sécrétée par les cellules hépatiques, sont vraisemblablement assez différents des mécanismes de sécrétion mis en jeu dans des microorganismes tels que les bactéries gram-négatives [N.Wickner et H. Lodish, Science (1985), 230 p.400].

Il a été également proposé d'employer des digestions chimiques ou enzymatiques afin de convertir in vitro la protéine synthétisée par la bactérie sous la forme d'une protéine fusionnée. Cette conversion a pour but l'excision spécifique d'une séquence peptidique étrangère à la protéine désirée, située en position N-terminale et contenant la méthionine comme premier résidu. Un exemple simple est celui d'une protéine qui ne possède pas naturellement de résidus méthionine [R.E. Chance et coll., "Peptides : Synthèses-Structure-Fonction", D.H. Rich et E. Gross, ed., Pierce Chem. Co, Rockford, Ill., (1981) p.721 et suivantes]. Dans ce cas, un traitement in vitro par le bromure de cyanogène permet l'excision de la méthionine N-terminale. Cependant ce cas ne se présente que très rarement dans le cas de protéines de poids moléculaire élevé.

Certaines protéases, comme la collagénase et le facteur X, reconnaissent une séquence de plusieurs acides aminés, ce qui les rend relativement spécifiques. [K. Nagai et H.C. Thogerson, *Nature* (1984), 309, p.810 et suivantes ; J. Germino et D. Bastia, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* (1984), 81, p.4692 et suivantes]. Une construction génétique permet donc de positionner la séquence reconnue par la protéase en question devant le premier acide aminé de la protéine désirée. Cette protéine fusionnée devient ainsi un substrat de la protéase, le produit principal de la réaction étant la protéine possédant en position N-terminale le même acide aminé que la protéine mature. Cependant, l'inconvénient majeur de cette méthode réside dans le prix de la protéase surtout lorsqu'il s'agit de produire une protéine en grande quantité.

La SAH est synthétisée par les cellules humaines d'abord sous forme de prépro-SAH (figure 1). Une séquence signal de 18 acides aminés est enlevée pendant le transport de la SAH à travers le lumen du réticulum endoplasmique et il reste encore 6 acides aminés à l'extrémité N-terminale (Arg- Gly- Val- Phe- Arg- Arg-) qui ne sont pas présents dans la SAH circulante. Selon S.O. Brennan et R.W. Carrell, *Biochim. Biophys. Acta* (1980), 621, p.83 et suivantes, ce propeptide ne semble jouer aucun rôle dans la sécrétion de la SAH. Il est possible qu'une deuxième protéolyse spécifique s'effectue au niveau de l'appareil de Golgi ou dans la circulation sanguine, les deux résidus arginine formant le site de reconnaissance d'une protéase de spécificité analogue à celle de la trypsine. En effet, un variant, appelé "Albumine Christchurch", dû à une mutation qui transforme le dernier résidu arginine du propeptide en glutamine n'est pas converti in vivo en albumine mature mais est transformé in vitro en Glu-SAH en traitant le propeptide par une faible concentration de trypsine. Par ailleurs, la SAH mature sous forme native est résistante à la trypsine dans les mêmes conditions [S.O. Brennan et coll., *Biochim. Biophys. Acta*, (1984) 802, p.24 et suivantes].

Il a maintenant été trouvé, et c'est ce qui fait l'objet de la présente invention, un procédé permettant de transformer en SAH mature une SAH produite par voie microbiologique sous forme de protéine fusionnée.

5

Le procédé selon la présente invention consiste :

- à modifier in vitro le gène de structure de la SAH de telle sorte qu'il possède 6 codons supplémentaires codant pour les 6 premiers acides aminés de la protéine cII du bactériophage lambda, puis à lier le gène de structure ainsi modifié à la séquence nucléotidique qui précéde naturellement le gène cII dans le génome du bactériophage lambda et à un promoteur qui assure un niveau élevé de transcription,

10 - à produire, dans des conditions définies, au moyen d'une bactéries hôte contenant le gène modifié, une protéine hybride ("pseudo-pro-SAH") constituée par les 6 premiers acides aminés du gène cII suivis de la séquence de la SAH mature,

15 - à dénaturer et réduire puis renaturer la protéine hybride de façon à obtenir une protéine soluble dont la conformation est semblable à celle de la SAH d'origine naturelle, puis

20 - à modifier in vitro, au moyen de la trypsine, la protéine ainsi obtenue afin d'exciser le pseudo-pro-peptide et obtenir la SAH mature.

25 Il a également été trouvé que la SAH mature peut être obtenue en utilisant une extension peptidique N-terminale ("pseudo-pro-peptide") dont la séquence diffère de celle des 6 premiers acides aminés de la protéine cII du bactériophage lambda, à condition que cette extension permette une expression suffisante de la protéine fusionnée, présente l'hydrophilicité nécessaire et comporte un site de coupure par la trypsine. Par exemple, le "pseudo-pro-peptide" peut être constitué par les 5 premiers acides aminés de la séquence-signal de la pénicilline-amidase (6, si l'on compte le premier résidu méthionine).

Dans ce qui suit, la signification des termes techniques utilisés en biologie moléculaire est supposée connue (cf. par exemple J. Watson, "Biologie Moléculaire du Gène", édition française, Interéditions, 1978). Les méthodes couramment employées en biologie moléculaire du gène sont décrites, par exemple, par T. Maniatis et coll., Molecular Cloning, Cold Spring Harbor Laboratory Press, New-York, 1982). Dans ce qui suit seront décrits successivement la construction, les procédés d'expression du gène, la renaturation et la conversion par la trypsine de la "pseudo-pro-SAH".

10 **A-CONSTRUCTION DU GENE "pseudo-pro-SAH".**

1. Préparation d'ARN messager de foie

On utilise des cellules hépatiques, obtenues par exemple par biopsie, et on en extrait l'ARN messager selon la méthode décrite par exemple par V. Glisin et coll., Biochemistry (1974), 13, p. 2633 et suivantes ; et par R. Deeley et coll., J. Biol. Chem. (1977), 252, p. 8310 et suivantes. On traite la biopsie par une solution de thiocyanate de guanidine 6M, et l'on purifie l'ARN total par plusieurs cycles de précipitation dans l'éthanol à -20°C, centrifugation et redissolution des culots de centrifugation.

20 On enrichit la préparation en ARN messager par plusieurs cycles de chromatographie d'affinité sur des colonnes d'oligo (dT)-cellulose, selon la technique décrite par H. Aviv et P. Leder, Proc. Natl. Acad. Sci. (USA) (1972), 69, p. 1408 et suivantes. L'ARN messager ainsi isolé, contenant 1 à 2 % de l'ARN total, est conservé 25 en solution aqueuse à -70°C.

30 On peut déterminer la proportion d'ARN messager spécifique de la sérum-albumine humaine au sein de la population totale (par exemple par traduction in vitro d'un aliquot de la solution d'ARN dans des lysats de réticulocytes de lapin). Une méthode consiste à utiliser le lysat de réticulocytes fournis par la société Amersham, suivant le protocole préconisé par ce fournisseur. On peut ainsi déterminer la fraction de protéine néoformée immunoprécipitable par des anticorps anti-albumine au sein de l'ensemble des protéines néoformées. On obtient par exemple une fraction de l'ordre de 6 %.

2. Synthèse de cDNA et clonage dans E.colia. Synthèse du premier brin

A partir de la technique de G.N. Buell et coll., J. Biol. Chem. (1978), 253, p. 2471 et suivantes, modifiée, on utilise 5 par exemple 5 µg d'ARN messager total dans un volume final de 50 microlitres d'une solution contenant : 100 mM Tris-HCl pH 8,3, 10 mM MgCl₂, 0,4 mM DTT, 20 mM KCl, 0,4 mM Na pyrophosphate, 1 mM de chaque nucléotide triphosphate (dNTP), 100 µg/ml de oligo(dT)₁₂₋₁₈, 0,5 U/ml d'inhibiteur de ribonucléases, 50 picomoles de traceur radioactif et 40 unités de Transcriptase réverse (Société Life Science, Inc.).

La réaction de transcription réverse de l'ARN messager en ADN complémentaire (ADNc) se poursuit pendant 1 heure à 42°C.

Le taux de synthèse de ADNc est calculé par mesure du taux d'incorporation du traceur radioactif en molécules acido-précipitables, selon une technique connue.

Après 1 heure, on arrête la réaction par addition d'EDTA (20 mM), et l'on détruit l'ARN messager par digestion alcaline dans 50 mM de NaOH, à 42°C, pendant 3 heures.

On sépare l'ADNc néoformé des dNTPs non-incorporés et des produits de dégradation alcaline des ARNs par chromatographie, par exemple, sur une colonne de Sephadex G100 (Pharmacia Fine Chemicals). On obtient 1,5 µg d'ADNc simple brin à partir de 5 µg d'ARN messager total.

b. Synthèse du deuxième brin

L'ADNc simple brin est converti en ADN double brin par action du fragment "Klenow" de l'ADN polymérase I.

Les conditions de réaction sont : 100 mM Hepes pH 7, 10 mM MgCl₂, 2,5 mM DTT, 70 mM KCl, 0,5 mM de chaque dNTP, et 30 50 unités du fragment "Klenow" de l'ADN polymérase I (commercialisée par exemple par la Société New England Biolabs Inc.).

La réaction est poursuivie pendant 15 heures, à 15°C, et l'on sépare l'ADN double brin des dNTPs non incorporés à nouveau par chromatographie sur colonne de Sephadex G100.

c. Clonage de l'ADN double brin

Pour supprimer les molécules d'ADN simple brin et obtenir un ADN double brin à extrémités franches, on traite les séquences non appariées par la nucléase S_1 selon la technique 5 décrite par A. Efstradiatis et coll., Cell (1976), 7, p. 279 et suivantes. On sépare les ADNs néoformés double brin selon leur taille par centrifugation dans un gradient de saccharose. On utilise généralement un gradient de 5 % - 20 % de saccharose en 50 mM Tris-HCl pH 8,5, 10 mM EDTA, 800 mM NaCl, centrifugé à 210000 g 10 pendant 15 heures, à 20°C, et on effectue un fractionnement du gradient en aliquots après centrifugation.

On contrôle la taille des molécules dans chaque fraction par électrophorèse d'échantillons faite en parallèle avec des étalons d'ADN de tailles connues, et l'on regroupe les fractions 15 contenant un ADN constitué par l'enchaînement de plus de 500 paires de bases.

Pour permettre le clonage de cet ADN on allonge d'abord ses extrémités 3' avec de l'oligo(dC), et on allonge parallèlement les extrémités 3' du site PstI du plasmide vecteur pBR322 avec de 20 l'oligo(dG) selon la technique de F. Rougeon et coll., J. Biol. Chem. (1977), 252, p. 2209 et suivantes.

On hybride alors l'ADN double brin décrit ci-dessus au plasmide vecteur, selon par exemple la technique de L. Villa Komaroff et coll., Proc. Natl. Acad. Sci. (USA) (1978), 75, p. 3727 25 et suivantes.

On crée une "banque" de clones d'ADNcs de foie par transformation de la bactérie E.coli avec l'ADN ainsi décrit selon la méthode décrite par M. Mandel et A. Higa, J. Mol. Biol. (1970), 53, p. 154 et suivantes et M. Dagert et S.D. Erlich., Gene (1979), 30 6, p. 23 et suivantes.

d. Repérage des clones d'ADNc albumine

On utilise une technique d'hybridation sur colonies à l'aide d'oligonucléotides synthétiques dont les séquences sont déduites de la séquence protéique de l'albumine humaine (B. Meloun et coll., FEBS Letters (1975), 58, p. 134 et suivantes ; 5 M. Grunstein et D. Hogness, Proc. Natl. Acad. Sci. (USA) (1975), 72, p. 3961 et suivantes ; R.B. Wallace et coll., Nucleic Acids Res. (1981), 9, p. 879 et suivantes).

Les clones sont cultivés par séries de 96 sur milieu de 10 Luria contenant 25 µg/ml de tétracycline, en boîtes carrées, directement sur des filtres de nitrocellulose. Après croissance à 37°C puis amplification en présence de 250 µg/ml de chloramphénicol, les colonies sont lysées par la soude puis hybridées avec les oligonucléotides radioactivés en 5' par kination, dans une solution contenant : 5 X SSC, 0,5 % NP 40, 100 µg/ml ADN de sperme de saumon 15 dénaturé par ébullition et refroidi rapidement dans la glace, 0,5 ng/ml d'oligonucléotide kinasé. L'hybridation est effectuée à 37°C pendant 18 heures. On lave ensuite les filtres en 5 X SSC, à 25°C, puis 37°C, puis 45°C et ce pendant quatre fois 15 minutes à 20 chaque étape.

Les filtres sont alors exposés sur films Kodak X-OMAT, à -70°C, avec un écran amplificateur pendant 15 à 24 heures. Les clones hybridants avec les sondes sont réisolés puis lysés. L'ADN 25 plasmidique est purifié par centrifugation en milieu chlorure de césium-bromure d'éthidium selon une technique connue.

On séquence l'ADN de l'insertion par la technique de Maxam-Gilbert (A. Maxam et W. Gilbert, Methods Enzymol. (1980), 65, p. 499 et suivantes) pour comparer la séquence protéique dérivée de la séquence nucléotidique et celle de la sérum-albumine humaine.

30 On identifie ainsi une série de clones dont les insertions correspondent à l'ensemble du gène de la sérum-albumine humaine.

Dans la figure 2 est représentée la carte de restriction du gène de la sérum-albumine, ainsi que la position de trois des insertions les plus représentatives, désignées par "pT1B11", "pAA38", "p6D8".

5 e. Incorporation au gène de structure d'un codon d'initiation (figure 3)

10 a) On digère l'ADN du plasmide "pT1B11" par les enzymes *PstI* et *PvuII*, et on isole un fragment d'ADN de 125 paires de bases, correspondant à la séquence de l'extrémité 5' du gène de la sérum-albumine (acides aminés n° 1 à 62). On fixe à l'extrémité *PvuII* une séquence de jonction constituée du site de reconnaissance de l'enzyme *BamHI*. On obtient ainsi un fragment *PstI-BamHI*.

15 On prépare d'autre part un oligonucléotide synthétique ayant 21 bases de long, possédant un triplet "ATG" devant les nucléotides codant pour les acides aminés de la sérum-albumine humaine ainsi qu'un site de restriction *NcoI*, et dont la séquence est la suivante : 5'GAATCCATGGATGCACACAAG 3'.

20 On dénature le fragment d'ADN *PstI-BamHI*, et on l'hybride avec l'oligonucléotide synthétique. L'hybridation se fait par la séquence 5'...GATGCACACAAG 3', l'extrémité 3' du brin d'ADN complémentaire étant désappariée. On digère les extrémités désappariées, puis on polymérisé dans le sens 5'...3' avec le fragment "Klenow" de l'ADN polymérase I, d'après les techniques de H. Jacobsen et coll., Eur. J. Biochem. (1974), 45, p. 623 et suivantes.

25 On obtient ainsi un fragment contenant en 5' une extrémité franche, un site *NcoI* puis le triplet ATG et en 3' un site *BamHI*.

30 b) On réalise la ligation de trois fragments d'ADN :
1) un fragment *EcoRI-BamHI* du plasmide "pLG200" (L. Guarante et coll., Cell (1980) 20, p. 543 et suivantes) portant un gène de résistance aux antibiotiques, l'origine de réPLICATION et l'extrémité 3' du gène de la β -galactosidase,

2) un fragment EcoRI-PvuII du plasmide "pGL101" (G. Lauer et coll., J. Mol. Appl. Genet. (1981), 1, p. 139 et suivantes) portant le promoteur P_{lac} et le site de fixation de ribosome (RBS) du gène lacZ d'E.coli,

5 3) le fragment d'ADN mutagénisé codant pour les 62 premiers acides aminés de l'albumine humaine.

On isole un plasmide (pXL52) qui réalise une fusion de l'extrémité 5' du gène de la sérum-albumine humaine avec le gène de la β -galactosidase d'E.coli.

10 f. Construction du gène complet (figure 3)

On digère l'ADN du plasmide "p6D8" par EcoRI, et partiellement par BglIII, selon une technique déjà décrite. On isole le grand fragment EcoRI-BglIII contenant la séquence codant pour les 405 derniers acides aminés de la sérum-albumine humaine puis l'origine de replication du plasmide et le gène de résistance à la tétracycline.

15 On digère l'ADN du plasmide "pXL52" décrit ci-dessus par EcoRI et Sau3A, et on isole un fragment contenant 200 paires de bases.

20 On digère l'ADN du plasmide "pAA38" par Sau3A et on isole un fragment contenant 540 paires de bases.

25 On ligature les trois fragments (dans l'ordre [pXL52 - EcoRI-Sau3A] - [pAA38-Sau3A] - [p6D8 BglIII-EcoRI]) en tirant profit de la compatibilité entre les sites Sau3A et BglIII. On obtient un plasmide appelé "pXL53", dont la qualité de la construction est contrôlée par un séquençage complet du fragment compris entre le site EcoRI et le site PstI correspondant à la jonction de l'insertion et du plasmide vecteur.

La séquence nucléotidique complète, ainsi que la séquence protéique dérivée, sont représentées dans les figures 4 et 5.

Les variations observées entre cette séquence et la séquence protéique publiée (B. Meloun et coll, FEBS Letters (1975), 58, p. 134 et suivantes ; M. Dayhoff, *Atlas of Protein sequence and structure* (1978), 5, supplément 3, p. 306) sont les suivantes :

5	<u>Position</u>	<u>Meloun et coll.</u>	<u>Sérum-albumine humaine déduite de la séquence de "pXL53"</u>
	131	Glutamine	Acide glutamique
	364	Histidine	Alanine
	367	Tyrosine	Histidine
10	370	Alanine	Tyrosine
	381	Valine	Méthionine
	464	Acide glutamique	Histidine
	465	Histidine	Acide glutamique
	501	Glutamine	Acide glutamique

15 3. Construction de systèmes d'expression de la méthionyl-sérum-albumine humaine

a. Utilisation du promoteur " P_L " du bactériographe lambda

On linéarise le plasmide "pXL53" par digestion partielle par l'enzyme NcoI, en ne considérant que le site NcoI en 5' du codon d'initiation et on forme des bords francs par remplissage selon la technique de R.M. Wartell et W.S. Reznikoff, Gene (1980), 9, p. 307 et suivantes).

On synthétise un "adaptateur" contenant en 5' une séquence correspondant au site de reconnaissance d'une enzyme de restriction telle que BamHI, puis une séquence correspondant à un site de fixation de ribosomes (RBS "consensus" ou "théorique"). La séquence de l'adaptateur est : 5'GGATCCTAGGAGGAAC 3'.

La ligation de l'adaptateur en 5' d'un ADN à bords francs a été décrite, par exemple, par C.P. Bahl et coll., Gene (1976), 1, p. 81 et suivantes.

La méthode consiste à effectuer la réaction sur 20 microlitres d'une solution contenant 50 mM Tris, HCl pH = 7,5, 10 mM MgCl₂, 15 mM DTT, 1mM ATP, 50 µg/ml d'adaptateur, 20 µg/ml d'ADN et 1 unité d'ADN-ligase (New England Biolabs Inc.). La réaction est 5 poursuivie pendant 10 heures à 15°C. Cette ligation crée un site BamHI sans supprimer le site NcoI.

On digère le produit de ligation par BamHI et par HinDIII. Du fait de la présence d'un site HinDIII en 3' du gène de la sérum-albumine humaine, on obtient un fragment d'ADN contenant la 10 totalité de la séquence codante.

On sous-clone le fragment HinDIII-BamHI ainsi obtenu par exemple dans le plasmide "pBR322" en transformant E.coli selon la méthode déjà décrite ci-dessus pour obtenir le plasmide "pXL61".

Le plasmide "pXL61" ne contient pas de promoteur.

15 Le promoteur "P_L" du bactériophage lambda est placé sur le chromosome du bactériophage entre un site BglIII et un site BamHI (voir E. Szybalski et W. Szybalski, Gene (1979) 7, p. 217 et suivantes), et dont la séquence nucléotidique est connue (F. Sanger et coll., J. Mol. Biol. (1982), 162, p. 279 et suivantes). On peut 20 cloner ce fragment et modifier ses sites de restriction selon des méthodes connues.

On note que les plasmides portant P_L doivent être propagés dans des souches de E.coli portant le gène répresseur cI, 25 ceci afin d'éviter que ce promoteur ne s'exprime de façon constitutive.

Dans une première construction, P_L est disponible sous forme d'un fragment BamHI à partir du plasmide "pPL-lambda" (Pharmacia P.L. Biochemicals). L'insertion de ce fragment BamHI dans le site BamHI du plasmide "pXL61" permet d'obtenir le plasmide "pXL65", 30 dans lequel on a vérifié que l'orientation du promoteur par rapport au gène de structure de la sérum-albumine humaine est correcte.

D'autres constructions peuvent être réalisées à partir de plasmides disponibles. On peut, par exemple, exciser du plasmide "pP_L-lambda" un fragment HaeIII-HaeIII contenant le promoteur P_L et l'insérer dans le site SmaI d'une séquence de clonage multisites portée sur un plasmide, tel que le plasmide "pUC8" (J. Vieira et J. Messing, Gene, (1982), 79, p. 259 et suivantes) pour obtenir "pUC8-P_L" dans lequel le site EcoRI est en 5' du promoteur.

A partir du plasmide "pPS1" (P. Sarmientos et coll., Cell (1983), 32, p. 1337 et suivantes), on peut d'abord détruire le site HinDIII le plus proche du site NdeI (figure 3) puis remplacer le petit fragment EcoRI-HinDIII par, d'une part, le fragment EcoRI-BamHI du plasmide "pUC8-P_L" contenant le promoteur P_L, et, d'autre part, le fragment BamHI-HinDIII du plasmide "pXL61" contenant le gène de la sérum-albumine. On obtient ainsi le plasmide "pXL70" dans lequel l'ensemble P_L-RBS "consensus"-ATG-gène de la sérum-albumine humaine est porté sur un fragment d'ADN EcoRI-HinDIII.

b. Remplacement du RBS "consensus" par celui du gène cII du bactériophage lambda

Le gène cII du bactériophage lambda, dont la séquence et le site d'initiation sont connus, peut être traduit avec efficacité (E. Schwarz et coll., Nature (1978), 272, p. 410 et suivantes).

On construit un plasmide contenant le système d'expression "Promoteur P_L" - RBS cII - ATG - gène sérum-albumine".

Par exemple, on peut après avoir détruit le site BamHI de "pUC8-P_L" par action de l'enzyme S1 (A.J. Berk et P.A. Sharp, Cell (1977), 12, p. 72) isoler un fragment EcoRI-HinDIII contenant le promoteur P_L et ensuite lier ce fragment avec le grand fragment EcoRI-HinDIII du plasmide "pDS20" (G. Duester et coll., Cell (1982), 30, p. 855 et suivantes), pour obtenir le plasmide "pXL73".

Le RBS du gène cII est extrait du plasmide "pPS1". On digère ce plasmide par NdeI et on insère un adaptateur BamHI après formation d'extrémités franches. On excise alors le RBS sous forme d'un fragment HinDIII-BamHI.

On construit d'abord un plasmide "pXL88" dans lequel ce fragment HinDIII-BamHI est lié au grand fragment HinDIII-BamHI du plasmide "pXL73". Dans le nouveau plasmide "pXL88", le RBS cII est inséré dans la bonne orientation par rapport au promoteur P_L , le tout dans un système multisites de telle sorte que l'ensemble P_L -RBS cII soit porté sur un fragment d'ADN EcoRI-BamHI de 578 paires de bases.

Le fragment EcoRI-BamHI de 578 paires de bases est sous-cloné entre les sites EcoRI et BamHI du plasmide "pMC1403" (M.J. Casadaban et coll., J. Bacteriol. (1980), 143, p. 971 et suivantes) qui porte le gène de la β -galactosidase (lacZ) après le site BamHI. Cette construction conduit au plasmide "pXL91" dans lequel le gène de la β -galactosidase est exprimé sous contrôle du système " P_L -RBS cII".

On sous-clone le fragment BamHI-BglIII du plasmide "pXL61" décrit précédemment dans le site BamHI du plasmide "pMC1403". (La ligation d'un site BglIII dans un site BamHI est possible, mais l'excision par BamHI en BglIII ne l'est plus ; il ne reste donc qu'un site BamHI).

Cette construction ("pXL71") aboutit à l'insertion d'un fragment d'ADN de 700 paires de bases comportant la séquence "BamHI-[RBS "consensus"-ATG-NcoI-gène partiel de la sérum-albumine (codant pour les acides aminés 1 à 218)-gène de la β -galactosidase].

On coupe ce plasmide par BamHI et SacI (le site SacI est présent dans le gène de la β -galactosidase) et on l'insère dans le plasmide "pXL91" décrit précédemment à la place du fragment préexistant BamHI-SacI.

On aboutit alors au plasmide "pXL97" dont l'insertion a la structure suivante : "Site EcoRI - P_L - RBS cII - site BamHI - RBS "consensus"- site NcoI - ATG - gène partiel de la sérum-albumine - gène de la β -galactosidase".

On digère le plasmide "pXL97" par BamHI et partiellement par NcoI en ne considérant que le site NcoI proche du codon d'initiation et on forme les bords francs par action de la nucléase S1, puis on le referme sur lui-même. Cette manipulation, d'une part, 5 supprime la séquence d'ADN du RBS "consensus" et, d'autre part, met en phase un ATG du RBS cII avec la séquence de la sérum-albumine.

On obtient ainsi le plasmide "pXL136" qui comporte la séquence "site EcoRI- P_L -RBS cII-ATG-gène partiel de la sérum-albumine-gène de la β -galactosidase".

10 Le gène partiel de la sérum-albumine possédant un site PvuII, on digère le plasmide "pXL136" par EcoRI et PvuII et on extrait un fragment de 760 paires de bases qui est inséré entre les sites EcoRI et PvuII du plasmide "pXL70" décrit précédemment. On obtient ainsi le plasmide "pXL139" qui porte la structure " P_L -RBS 15 cII-gène sérum-albumine complet" sur un fragment EcoRI-HinDIII, comme le plasmide "pXL70" et qui porte la substitution RBS "consensus" par celui du gène cII.

On coupe le plasmide "pXL139" décrit précédemment au site unique SalI, entre le promoteur PL et le RBS cII. On digère 20 l'ADN par l'enzyme Bal31, de telle sorte que le site de fin de transcription tR1 en 5' du RBS cII soit digéré puis on ajoute un adaptateur HinDIII et on isole le fragment HinDIII-XbaI contenant le RBS cII amputé de tR1 et les 357 premiers codons du gène de la sérum-albumine humaine. On combine ce fragment HinDIII-XbaI avec 25 d'une part le fragment XbaI-EcoR1 du plasmide pXL139 contenant la fin du gène de la sérum-albumine humaine et d'autre part le fragment EcoR1-HinDIII portant le promoteur P_L obtenu à partir du plasmide pUC8- P_L après destruction du site BamHI. On obtient ainsi le plasmide pXL324.

4. Construction d'un plasmide d'expression pour la "pseudo-pro-SAH"

Un fragment d'ADN est construit par hybridation de deux oligonucléotides synthétiques ayant la structure donnée dans la figure 6A. La séquence contient un codon de démarrage "ATG" suivi par les 6 premiers codons du gène cII du bactériophage lambda. Ce fragment possède une extrémité cohésive de type HinDIII et une autre extrémité cohésive de type SalI. Ce fragment synthétique est cloné entre les sites HinDIII et SalI du vecteur M13mp10 (J. Messing, Methods Enzymol., (1984), 101, p.20 et suivantes). Le DNA en forme réplicative purifié à partir de cellules infectées par le bactériophage résultant est utilisé dans l'étape suivante de construction.

Un fragment SalI-BglIII de 765 paires de bases provenant du plasmide pXL324 contenant le début du gène (ADNc) codant pour la SAH est cloné dans ce bactériophage recombinant. La souche de E.coli JM101 est infectée par ce nouveau bactériophage et le surnageant d'une culture de 5 heures est utilisé comme source de particules phagiques contenant l'ADN simple brin caractéristique des phages filamenteux de type M13. Ce simple brin sert ensuite de matrice pour une mutagénèse dirigée par oligonucléotide permettant de supprimer la séquence comprise entre le sixième codon du gène cII et le premier codon de la SAH mature (GAT) selon les méthodes décrites, par exemple, par J.P. Adelman et coll., DNA (1983), 2, p.183. L'oligonucléotide utilisé dans cette mutagénèse dirigée est décrit dans la figure 6B. Le phage résultant contient le début d'un nouveau gène fusionné. La structure de fragment d'ADN utilisé dans les constructions ultérieures est vérifiée par la méthode de séquençage enzymatique (F. Sanger et coll., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, (1977), 74, p.5463).

Une reconstruction du gène complet codant pour la fusion "pseudo-pro-SAH" est ensuite effectuée. Un vecteur contenant un gène de résistance à l'ampicilline, une origine de réPLICATION, un 5 terminateur de transcription et une partie de l'ADNc codant pour la SAH est préparé à partir du plasmide pXL70 en traitant ce plasmide par les enzymes de restriction EcoRI et PvuII. Le fragment de 7200 paires de bases environ est purifié par électrophorèse en gel d'agarose et électroélution. Un fragment de 430 paires de bases contenant le promoteur P_L et le site d'accrochage sur le ribosome 10 (RBS) modifié du gène cII est purifié à partir d'une digestion du plasmide "pXL324" par les enzymes EcoRI et NdeI par électrophorèse en gel de polyacrylamide et électroélution. Un fragment NdeI-PvuII de 200 paires de bases contenant le début du gène hydride cII-SAH est purifié à partir de la forme réPLICATIVE du bactériophage M13 15 recombiné modifié par mutagénèse in vitro décrite ci-dessus. Une réACTION de lIGATION à trois partenaires a été effectuée. Le plasmide résultant est appelé "pXL462" (figure 7).

Le plasmide "pXL462" a été introduit dans la souche G819 par transformation. Cette souche est dérivée de la souche E103S 20 (L. SIMON, Waksman Institute for Microbiology, Rutgers-The State University, Piscataway, N.J., USA) par transformation avec le plasmide pRK248clts (H-U. Bernard et coll., Gene (1979), p.59 et suivantes). Ce plasmide est compatible avec "pXL462" et porte le gène cl du bactériophage lambda qui code pour un réPRESSEUR thermosensible 25 du promoteur P_L . Ce réPRESSEUR devient en effet inactif au-dessus de 38,5°C. La souche obtenue porte le numéro G1398.

A partir du plasmide pXL462, d'autres plasmides ont été construits où le promoteur P_L contenu sur un fragment de restriction EcoRI-HinDIII a été remplacé par différents promoteurs bactériens inductibles. La construction de ces plasmides a utilisé le site XbaI unique de pXL462 et une réaction de ligation à trois partenaires du type de celle décrite ci-dessus (voir figure 7). La présente invention ne dépendant pas du type de promoteur bactérien utilisé, seul le cas du plasmide pXL462 portant le promoteur P_L sera évoqué dans ce qui suit.

10 B. PRODUCTION DE cII-SAH PAR VOIE MICROBIOLOGIQUE

1. Culture et Induction

A partir d'un réisolement de la souche G1398 sur une boîte de Pétri gélosée à base de milieu LB contenant 50 microgrammes/ml d'ampicilline (LBAp) préalablement incubée à 30°C, une préculture 15 est diluée 100 fois dans le même milieu et la culture est incubée à 30°C avec agitation. Lorsque la densité optique lue à 610 nanomètres atteint 1,0 la culture est alors portée à 42°C pendant 90 minutes avec agitation.

2. Sonication, récupération de la cII-SAH

20 Le culot cellulaire collecté par centrifugation est resuspendu dans 1/30 de volumes de PBS (0,2 g/l KCl, 0,2 g/l KH_2PO_4 , 8 g/l NaCl et 1,25 g/l Na_2HPO_4). Après incubation pendant 15 minutes à une température voisine de 20°C en présence de lysozyme de blanc d'oeuf à 1 mg/ml, la sonication des bactéries est effectuée à 0°C, 25 par exemple, avec un sonicateur Branson (Modèle B30) en mode continu pendant deux fois six minutes avec refroidissement. La fraction insoluble est collectée par centrifugation à 12000 g à 4°C pendant 15 minutes puis lavée par du PBS et séchée sous vide à 30°C pendant 15 minutes.

3. Dénaturation, réduction et renaturation

Le culot de sonication contenant les produits insolubles provenant de 1 litre de culture est repris dans 4 ml de solution dénaturante et réductrice (6M guanidine-HCl, 0,1M KH_2PO_4 pH 7,5, 0,1M β -mercaptopéthanol). La suspension ainsi obtenue est agitée doucement en tube fermé à 4°C pendant 16 heures. Une solution presque limpide est alors obtenue. Un léger précipité insoluble est éliminé par centrifugation. Une dilution au 1/100 du surnageant est effectuée dans une solution de renaturation (50 mM Tris-HCl pH 8,5, 100 mM NaCl, 1 mM EDTA) et ce mélange est laissé à 4°C pendant 24 heures. La solution est ensuite centrifugée pour éliminer une opalescence blanchâtre. Le surnageant obtenu est concentré environ 100 fois par ultrafiltration (membrane à "cut-off" de 30.000 daltons ; par exemple en utilisant les unités d'ultrafiltration à usage unique Millipore CS-30), de nouveau clarifié par centrifugation puis dialysé contre un tampon phosphate (Na) 20 mM pH 7,5. La protéine fusion cII-SA (pseudo-pro-SA) ainsi obtenue est homogène à plus de 90 % d'après une analyse par électrophorèse sur gel de polyacrylamide SDS.

20 4. Conversion de la cII-SA en SA mature

Une solution de trypsine (préparée par exemple à partir de trypsine lyophilisée pour usage analytique commercialisée par Boehringer Mannheim) est préparée dans la solution de réaction. La cII-SA est traitée à une concentration, par exemple de l'ordre de 1 mg/ml, avec une quantité de trypsine comprise entre 1/5000 et 1/1000 (rapport massique à la SA) à 37°C pendant 30 à 60 minutes dans un tampon phosphate (Na) 50 mM pH 7,5, 50 μM CaCl_2 .

5. Vérification de la coupure

Il est possible de suivre la réaction de conversion par la trypsine sur un gel de polyacrylamide non dénaturant (figure 8). A cause de la présence de plusieurs acides aminés chargés positivement 5 dans l'hexapeptide N-terminal, la migration électrophorétique de la cII-SAH est plus lente sur ce type de gel que celle de la SAH native. Sur la figure 4, on peut voir que la SAH commerciale n'est pas modifiée de façon appréciable par la trypsine dans la gamme de concentrations utilisée. Par contre, la cII-SAH est convertie par 10 l'action de la trypsine en une molécule qui co-migre avec la SAH commerciale. La séquence N-terminale de cette protéine modifiée par la trypsine a été examinée par dégradation de Edman et les résultats obtenus confirment bien que le site de protéolyse est situé après le dipeptide Lys-Arg, à la fin de la partie cII de la protéine hydride. 15 La protéine ainsi générée possède l'acide aspartique comme résidu N-terminal ; elle est donc identique à la SAH d'origine naturelle.

Dans la demande de brevet européen EP 86400618.4, publiée 20 sous le numéro 200590, au nom de la demanderesse, a été décrite la construction du plasmide "pXL288". Après introduction dans une souche appropriée d'E.coli, ce plasmide (figure 9) permet l'expression à haut niveau d'une protéine hybride, non maturée in vivo, constituée par la fusion entre le peptide signal de la pénicilline G 25 amidase (PAM) (EC 3.5.11 ; pénicilline aminohydrolase) de E.coli et la SAH mature.

Le plasmide "pXL288" est caractérisé en ce qu'il contient le promoteur P_{trp} de l'opéron tryptophane de E.coli en amont du promoteur de la PAM, le site de fixation des ribosomes du gène de la PAM, le codon d'initiation ATG et les nucléotides du peptide signal de la PAM fusionnés avec le gène de structure de la SAH.

L'extrémité N-terminale du peptide leader de la PAM 30 contient une séquence de 5 acides aminés basiques. Cette basicité constitue une des caractéristiques générales d'un peptide signal de sécrétion (M.E.E. Watson, Nucl. Acids. Res., 12, p. 5145 et suivan-

tes). Il a maintenant été trouvé que les 6 premiers acides aminés de ce peptide signal (Met Lys Asn Arg Asn Arg-, "PAM 1") peuvent jouer le rôle de séquence "pseudo-pro".

5 Dans ce but, les nucléotides correspondant aux acides aminés 7 à 26 du peptide leader de la PAM ont été supprimés afin de fusionner exactement la séquence "PAM1" à la séquence de la SAH mature en utilisant la technique de suppression dirigée par oligonucléotide décrite précédemment (figure 9). L'oligonucléotide permettant de réaliser cette suppression est représenté par la figure 11A.
10 La séquence modifiée est ensuite substituée dans le plasmide "pXL288" pour donner le plasmide "pXL641" dont la structure est la suivante : "EcoR1-Ptrp-Sall-[Promoteur PAM-RBS PAM-séquence nucléotidique codant pour PAM1]-gène SAH".

15 Deux dérivés de la séquence "PAM1" sont construits par mutagénèse dirigée par oligonucléotide, après sous-clonage dans le bactériophage M13mpl8amIV, selon la méthode décrite par P. CARTER et coll., Nucl. Acids Res., 1985, 13, p.4431 et suivantes. Les oligonucléotides permettant de réaliser cette mutagénèse sont représentés dans les figures 11B et 11C. Après reconstruction, deux plasmides 20 analogues au plasmide "pXL641" contenant les séquences codant pour "PAM2" (Met Lys Asn Arg Lys Arg- ; plasmide "pXL740") et "PAM3" (Met Lys Lys Arg Lys Arg- ; plasmide "pXL741") sont obtenus (figure 10).

25 Après introduction des plasmides "pXL641", "pXL740" et "pXL741" dans une souche appropriée de E.coli telle que E.coli 54125 (Collection de l'Institut Pasteur), on obtient des souches produisant respectivement les protéines hybrides PAM1-SAH, PAM2-SAH et PAM3-SAH à des taux de l'ordre de 5 à 10 mg/l de milieu pour une absorbance de 1 à 610 nm en opérant dans les conditions décrites dans la demande de brevet européen EP 86400618.4 (200590).

30 La protéine hybride se trouve dans la fraction insoluble du lysat cellulaire et peut être renaturée et partiellement purifiée selon les méthodes décrites précédemment. Chaque protéine hybride obtenue après renaturation peut être convertie en SAH mature par digestion ménagée au moyen d'une concentration optimisée de trypsine 35 dans les conditions décrites précédemment.

Conformément aux dispositions du Traité de Budapest, ont été déposés au CBS à Baarn (Pays-Bas) le 3 février 1987 :

- Un échantillon du microorganisme E.coli E103S (pRK 248 cl^{ts}) contenant le plasmide pXL 462 (souche G-1398) sous le numéro 5 CBS 143-87.
- Un échantillon du microorganisme E.coli B contenant le plasmide pXL 641 (souche G-2083) sous le numéro CBS 144-87.
- Un échantillon du microorganisme E.coli B contenant le plasmide pXL 740 (souche G-2146) sous le numéro CBS 145-87.
- 10 - Un échantillon du microorganisme E.coli B contenant le plasmide pXL 741 (souche G-2147) sous le numéro CBS 146-87.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de préparation d'une protéine hybride contenant une extension peptidique N-terminale hydrophile terminée par un site préférentiel de coupure par la trypsine fusionnée avec la séquence peptidique de la sérum-albumine humaine mature caractérisé en ce que 5 l'on cultive une souche d'E.coli capable d'assurer le maintien d'un plasmide contenant la séquence nucléotidique codant pour l'extension peptidique N-terminale fusionnée à la séquence nucléotidique codant pour la sérum-albumine humaine mature dont l'expression est contrôlée par un promoteur bactérien inductible.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que les codons codant pour l'extension peptidique N-terminale sont choisis parmi les sept premiers codons du gène cII du bactériophage lambda et les six premiers codons du gène de la pénicilline amidase éventuellement transformés par mutagénèse dirigée.
- 15 3. Procédé de préparation d'une protéine hybride contenant une extension peptidique N-terminale fusionnée avec la séquence peptidique de la sérum-albumine humaine mature caractérisé en ce que l'on convertit la molécule dénaturée et insoluble obtenue selon 20 l'une des revendications 1 ou 2 en une molécule renaturée et soluble en utilisant une méthode de dénaturation et renaturation permettant un réarrangement des structures secondaire et tertiaire de la chaîne polypeptidique.
- 25 4. Procédé selon l'une des revendications 1, 2 ou 3 caractérisé en ce que la protéine hybride est convertie par la trypsine en une protéine identique en structure primaire à la sérum-albumine humaine mature.

5. Le plasmide "pXL462" caractérisé en ce qu'il contient le promoteur P_L , le site de fixation des ribosomes du gène cII privé du signal de terminaison de la transcription tR1, le codon d'initiation ATG et les six premiers codons du gène cII fusionnés avec le 5 gène de structure de la sérum-albumine humaine mature.

6. La protéine hybride comprenant à l'extrémité N-terminale les sept premiers acides aminés de la protéine cII du bactériophage lambda, (Met)-Val-Arg-Ala-Asn-Lys-Arg, fusionnés avec la séquence peptidique de la sérum-albumine humaine mature, lorsqu'elle 10 est obtenue par culture d'une souche d'E.coli capable d'assurer le maintien du plasmide "pXL462".

7. Le plasmide "pXL641" caractérisé en ce qu'il contient le promoteur Ptrp suivi du promoteur de la pénicilline amidase, le site de fixation des ribosomes du gène de la pénicilline amidase et 15 les six premiers codons du gène de la pénicilline amidase fusionnés avec le gène de structure de la sérum-albumine humaine mature.

8. La protéine hybride comprenant à l'extrémité N-terminale les six premiers acides aminés de la pénicilline amidase, Met-Lys-Asn-Arg-Asn-Arg, fusionnés avec la séquence peptidique de la 20 sérum-albumine humaine mature, lorsqu'elle est obtenue par culture d'une souche d'E.coli capable d'assurer le maintien du plasmide "pXL641".

9. Le plasmide "pXL740" caractérisé en ce qu'il contient le promoteur Ptrp suivi du promoteur de la pénicilline amidase, le site de fixation des ribosomes du gène de la pénicilline amidase et 25 les six premiers codons d'un gène de la pénicilline amidase modifié par mutagénèse dirigée fusionnés avec le gène de structure de la sérum-albumine humaine mature.

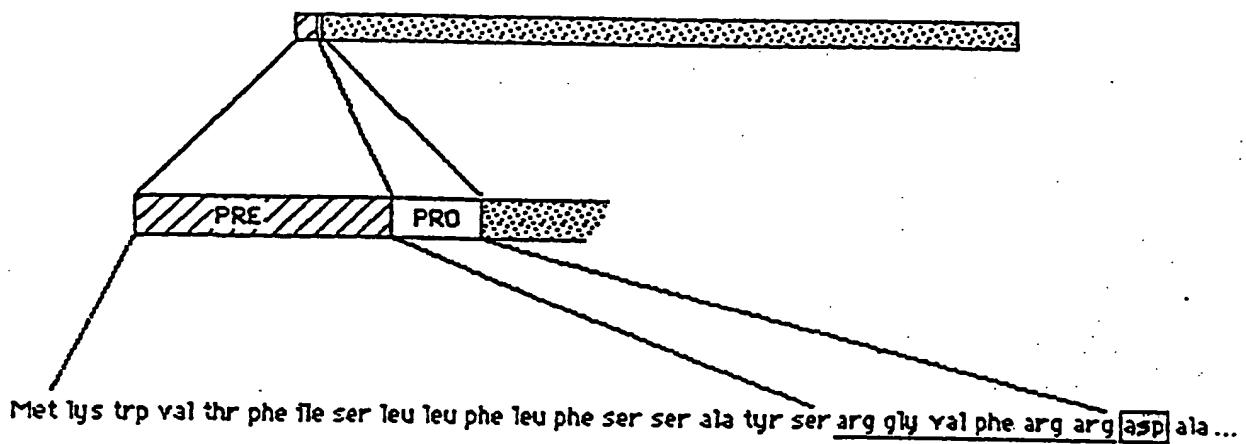
10. La protéine hybride comprenant à l'extrémité N-terminale les six premiers acides aminés d'une pénicilline amidase N-terminale modifiée par mutagénèse dirigée, Met-Lys-Asn-Arg-Lys-Arg, fusionnés à la séquence peptidique de la sérum-albumine humaine mature, lorsqu'elle est obtenue par culture d'une souche 30 d'E.coli capable d'assurer le maintien du plasmide "pXL740".

11. Le plasmide "pXL741" caractérisé en ce qu'il contient le promoteur P_{trp} suivi du promoteur de la pénicilline amidase, le site de fixation des ribosomes du gène de la pénicilline amidase et les six premiers codons d'un gène de la pénicilline amidase modifié 5 par mutagénèse dirigée fusionnés avec le gène de structure de la sérum-albumine humaine mature.

12. La protéine hybride comprenant à l'extrémité N-terminale les six premiers acides aminés d'une pénicilline amidase modifiée par mutagénèse dirigée, Met-Lys-Arg-Lys-Arg, fusionnés avec 10 la séquence peptidique de la sérum-albumine humaine mature, lorsqu'elle est obtenue par culture d'une souche d'E.coli capable d'assurer le maintien du plasmide "pXL741".

0236210

Pl. I/27



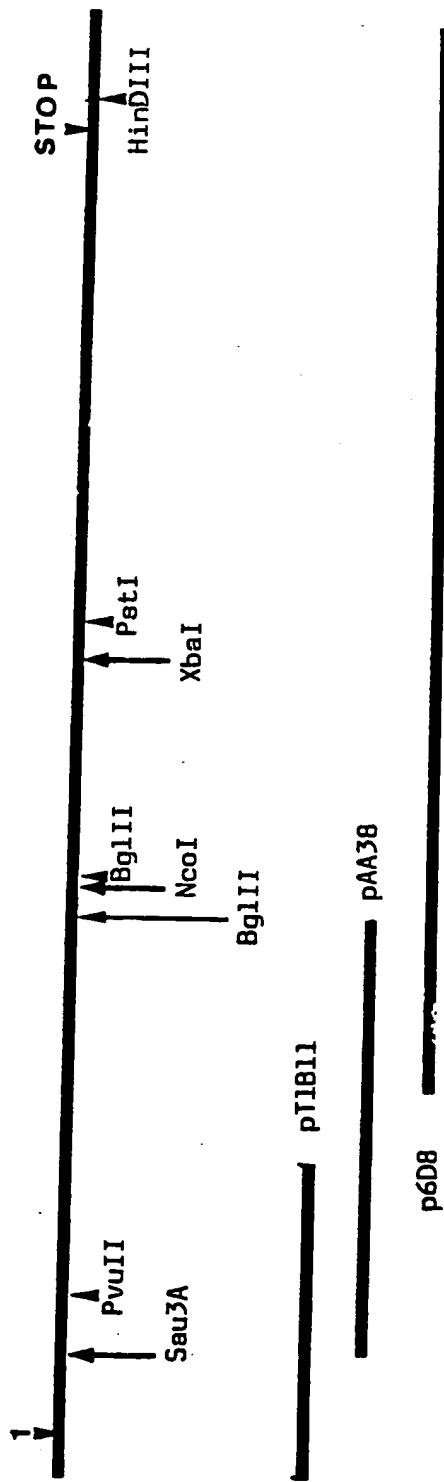
STRUCTURE DE LA "PREPRO-SAH"

FIGURE 1

0236210

Pl. II/27

Carte de restriction du gène de l'albumine humaine et position des insertions



Le chiffre 1 correspond au 1er acide aminé de l'albumine humaine.
L'insertion du plasmide "pT1B11" s'étend au-delà de l'extrémité 5',
vers la séquence de la proalbumine.

Figure 2

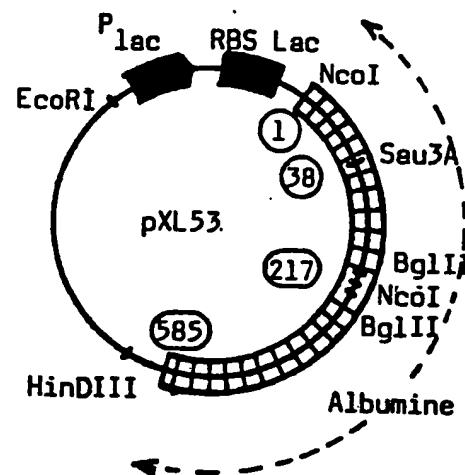
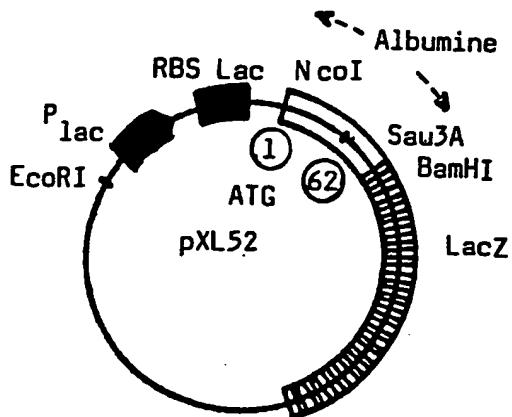
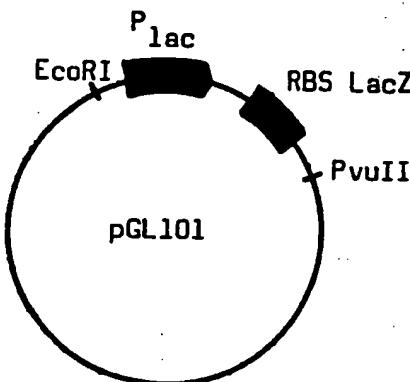
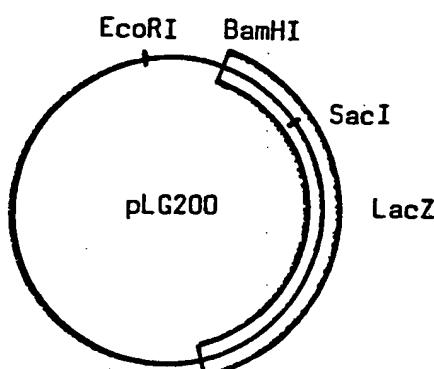
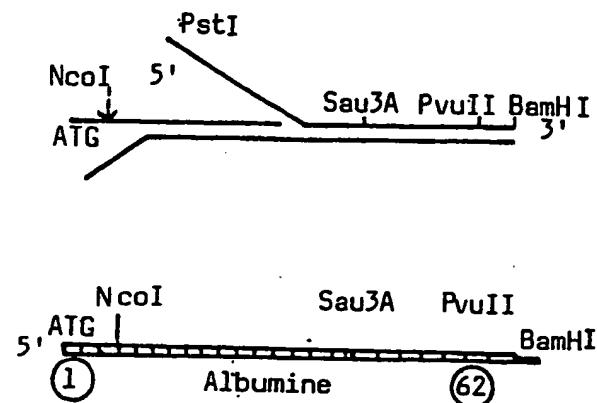
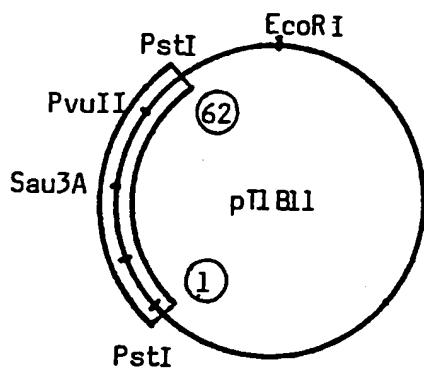


Figure 3

0236210

Pl. IV/27

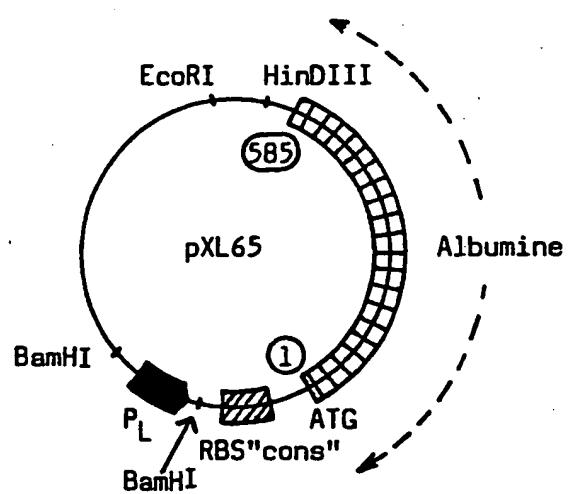
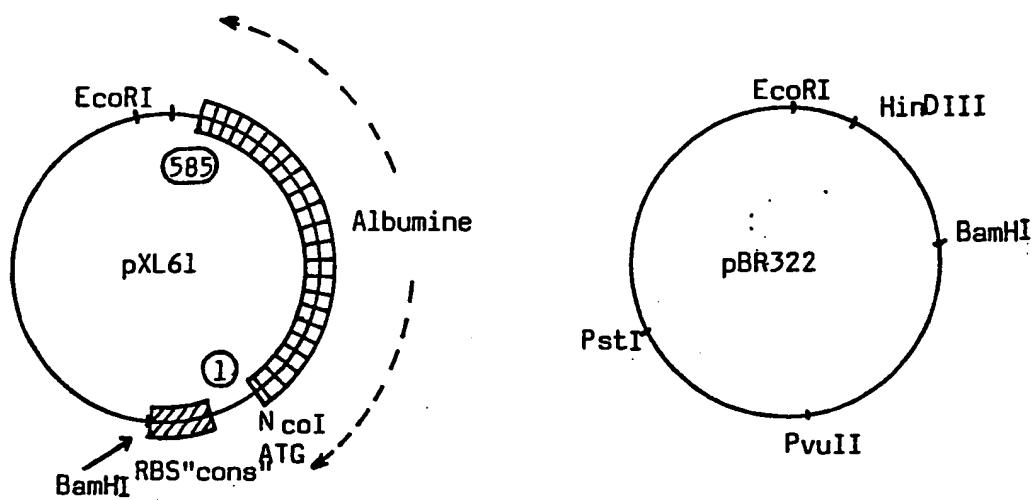


Figure 3

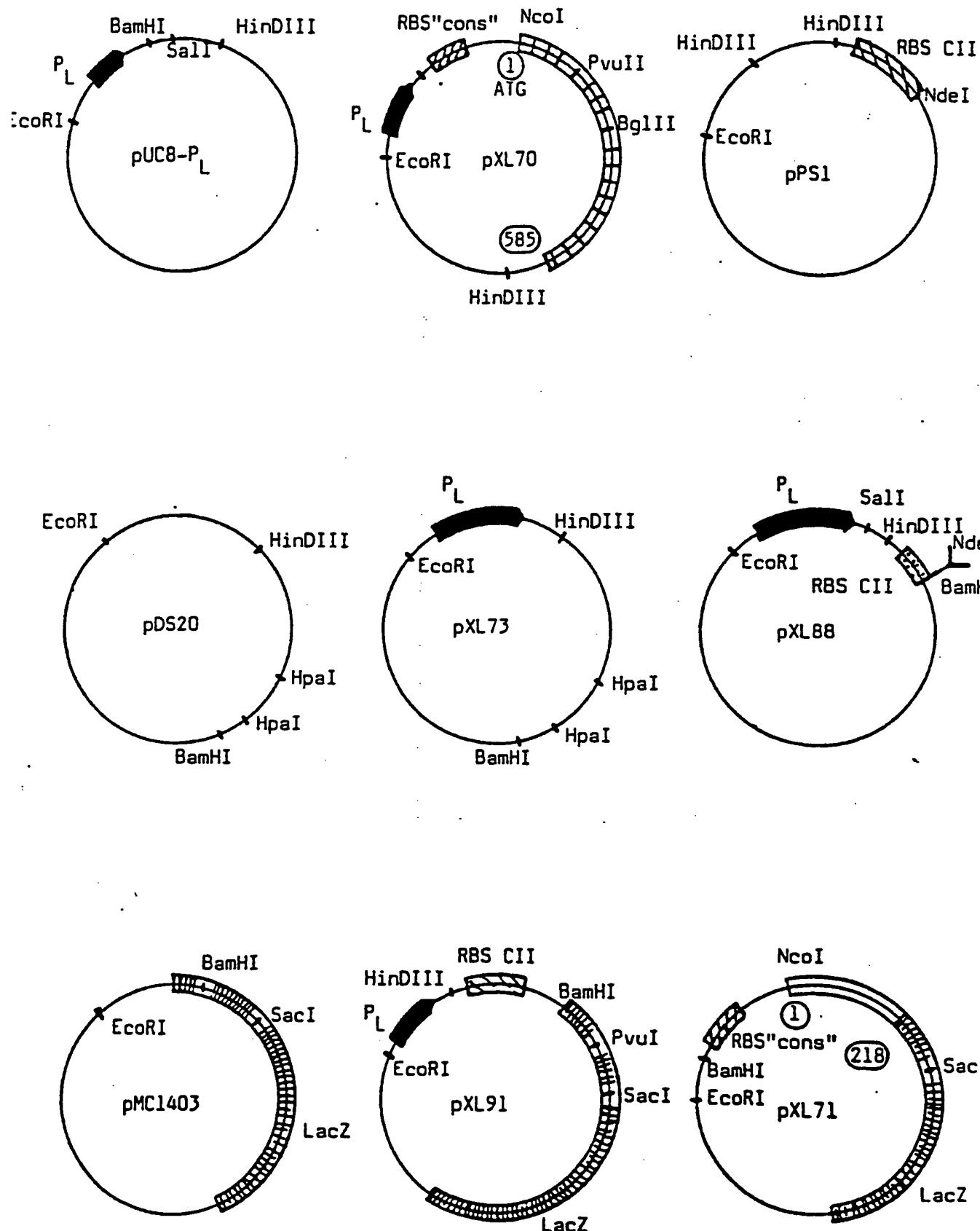


Figure 3

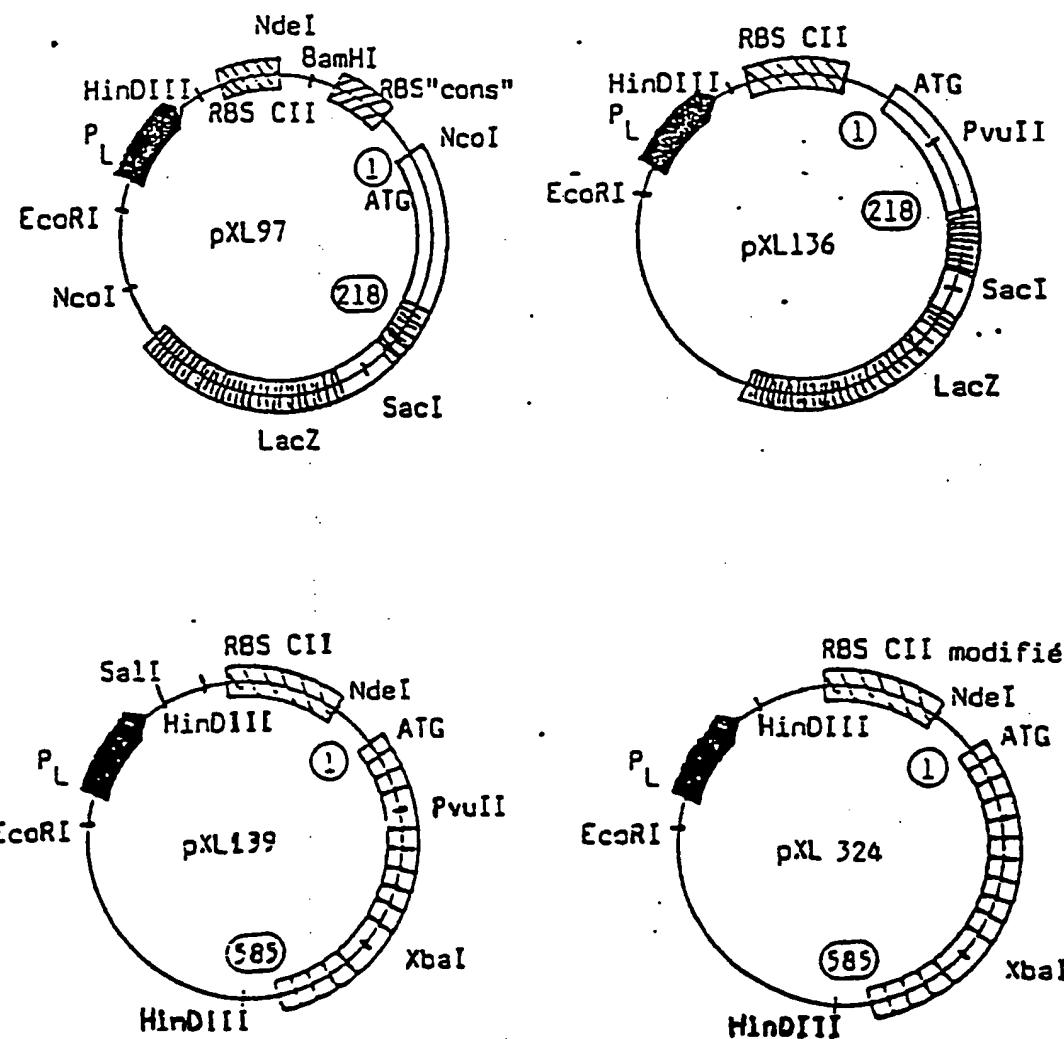


FIGURE 3

0236210

Pl. VII/27

SEQUENCE DE L'INSERTION DE pXL53

10 20 30 40 50 60 70 80
EcoRI
GAATTCTCACTCATTAGGCCACCCCCAGGCCCTTACACATTATGCTTCCGGCTCGTATGGTGTGGAAATTGTGAGGG
CTTAAGGAGTGAGTAATCCGTGGGGTCCGAAATAATGAAAGGAGCATACAAACACACCTTAACACTGCC

90 100 110 120 ↓ 130 140 150 160
ATAACATTTCACACAGGAAACAGGAAATGCCATGGATGCACACAAAGAGTGAAGCTTCACTGGTTAAAGATTGGAGA
TATTGTTAAAGTGTCTCTTGTCTTAGTGTACTTACCTTCACTTCACTCCAAACGGAGTAACTTCACTAAACCTCT

170 180 190 200 210 220 230 240
AGAAAATTTCAAAGCCTTGGTGTGATTGGCTTCACTATGCTCAGCAGTGTCCATTGAAAGATCATGTAAAATTAG
TCTTTAAAGTTCGGAACCAACTAACGGAAACGAAGTCATAGAAACTCTCACAGGTTAACACTTCTAGTACATTAAATC

Figure 4

0236210

Pl. VIII/27

250 260 270 280 290 300 310 320

TGAATGAACTGAAATTGCAAAACATGTGTTGCTGATGAGTCAGCTGAAATTGACAAATCACTTCATACCCCTT
ACTTACTTCATTGACTTAACCTTACACACAGGACTACTGAGCTTAAACACTGTTAGTGAAGTATGGAA

330 340 350 360 370 380 390 400

TITGGAGACAAATTATGGCACAGTTGCAACTCTCGTGAACCTATGGTGAATGGCTGACTGCTGTGCAAAACAAAGAACCC
AAACCTCTGTAAATACGTGTCAGTTGAGAAGGACATTGAGATACCCACTTACCGACTGACCAACACGTTTGTCTTGC

410 420 430 440 450 460 470 480

TGAGAGAAATGAAATGCTCTTGCACACAAAGATGACAATCCAAATCTCCCCGATTGGTGAAGACAGAGGTTGATGTGA
ACTCTTTACTTACGAAAGAACGTTGTTACTGTTAGGTTAGGTTACCTGCTGGCTAACCAACTCTGGCTCCAAACIACACT

490 500 510 520 530 540 550 560

TGTCACACTGCTTTCATGACAAATGAAAGAGACATTGGAAAAATACTTATGAAATTGCCAGAAGACATCCTTACCTT
ACACGTGACGAAAGTACTGTTACTCTGTAAAACCTTTTATGAAATACCTTAACGGTCTTGTAGGAATGAAA

Figure 4 (suite)

570 580 590 600 610 620 630 640
 TATGCCCGGAACTCTTCTTCTGCTAAAGCTATAAAGCTTACAGAAATGTTGCCAAGCTGGTGAIAAAGCAGC
 ATACGGGGCCTTGGAGAAAGGATTTCGACCAAAATGTTACAAACGGTTGACCGACTATTTCGTCG

 650 660 670 680 690 700 710 720
 CTCCTGTGCCAAAGCTCGATGAACTTCCGGATGAAGGGCTTCGTCGAAACAGAGACTCAAGTGTGCCAGTC
 GAGACAGGTTCGAGCTACTTGAAGCCCTACTTCCCTCCGAAGCAGACGGTTGAGTTCACACGGTCAG

 730 740 750 760 770 780 790 800
 TCCAAAGAATTTGAGAAAGAAGCTTCAAAACCATGGCAGTAAAGCTGGCTTGAGGATTTCGAGCTGGCA
 AGGTTTAAACCTCTTCTCGAAAGTTTCGCTACCCGCTCATCGAGGGACTCGGTCTAAAGGGTTGACTCAAACCT

 810 820 830 840 850 860 870 880
 GAAGTTCCAAAGTTAGTGACAGATTTACCAAAAGTCCACACGGAAATGCTGCCATGGAGATCTGCTGAAATGCTGATGA
 CTTCAAAAGGTTCAATCACTGCTCAACTGCTTCAAGGTACCTCTAGACGAACCTTACGACGGTACCTACACGACTACT

Figure 4 (suite)

890 900 910 920 930 940 950 950 960
 CAGGGCGAACCTTGCCTAAAGTATCTGTGAAAATCAAGGATTCGATCTCCAGTAACCTGAAGGAATGCTGTGAAAAACCTC
 GTCCCGGCTTGGAAACGGTTCATAGACACTTTAGTTCTAAGCTTAAGGGTCACTTGAACCTTACCGACACTTTGGAG

 970 980 990 1000 1010 1020 1030 1040
 TGTGGAAAAATCCCACTGCATTGCCGAAGTGGAAATGATGAGATGCCCTGCTGACTTGCCTTCATTAGCCGGCTGATT
 ACAACCTTTAGGGTCACTTAACGGCTTCACTTACTACTCTACGGACCACTGAACGGAAGTAATCGCCGACTAAAA

 1050 1060 1070 1080 1090 1100 1110 1120
 GTTGAAGTAAGGATGTTGCCAAAAACTATGCTGAGGCAAGGATGCTCTGGCATGTTGTATGAATATGCAAG
 CAACTTTCAATTCCATCAAAACGTTTGTACCGACTCCGGTTCCATACAGAAGAACCCGATACAAAACATACCTTACGTT

 1130 1140 1150 1160 1170 1180 1190 1200
 AAGGCATCCCTGATTACTCTGTCGTACTGCTGAGGACTTGCCTGAGACATGAAACCACTCTAGAGAAGTGCCTGCGG
 TTCCGTAGACTAATGAGACACCATGACGACTCTGAACGGTTCTGTATACCTTGGTAGATCTCTCACGACACGGC

Figure 4 (suite)

0236210

Pl. XI/27

1210 1220 1230 1240 1250 1260 1270 1280
CTGCAGATCCTCATGAAAGTGCCTATGAAATTAAACCTCTTATGAAAGAGCCCTCAGAATTAAATCAA
GACGCTAGGAACTTACCGTTTACAAAGCTACTTAATTGAGAAATACCTTCTCGGAGTCTTAAATTAGTTT

1290 1300 1310 1320 1330 1340 1350 1360
CAAAATTGAGGCTTTGAGGAGCTTGGAGAGTACAAATTCCAGAAATGGCTTATTAGTCGTTACACCAAGAAAGTACCC
GTTTAACACTCGAAAACCTCTCAACCTCTCATGTTAAGGTCTTACGGATAATCAAGCAATTGCGTCTTCATGG

1370 1380 1390 1400 1410 1420 1430 1440
CCAACTGCAACTCCAACTCTTGTAGAGGTCAGAAAGTGGCAGCAATGTTGAAACATCCCTGAG
GGTTCAACAGCTGAGGTGAGAACATCTCCAGAGTCTTGGATCCCTTTCAACCGCTCGTTACAAACATTGAGGACTTC

1450 1460 1470 1480 1490 1500 1510 1520
CAAAAGAATGCCCTGTGAGAAG/STATCTATCCCTGCTGAACCAAGTTATGTTGATGAGAAACGCCAGTA
GTTTTCTTACGGGACACGTCTTCTGATAGATAAGGCACACAGGACTTGGTCAATAACACACAAACGTA
CTTGTGCGTCA

Figure 4 (suite)

1530 1540 1550 1560 1570 1580 1590 1600
 AGTGAACAGTCACCAATGCTGCACAGAAATTCTTGGTGAACAGGGGACCATGGCTTACCTGGAAGTCGATGAAAC
 TCACTGTCAGTTACGACACTTGTCCGCTGGTACGAAAGTCGAGACCTTACGTTACCTTACGCTACTTTG

 1610 1620 1630 1640 1650 1660 1670 1680
 ATACGGTTCCAAAGAGTTAATGCTGAAACATTCACTTCCATGCAAGATAATGCCACACTTTCTGAGAAGGGAGACAA
 TATGCCAAAGCTTCTCAAATTACGACTTTGTAAGTGGAAAGGTACCTTATATACCTGTGAAAGACTCTTCCCTCTGTT

 1690 1700 1710 1720 1730 1740 1750 1760
 TCAAGGAAACAAACTGCACTTGGTGAAGCTTGTGAAACACAAGGCCAAGCAAAAGACAACTGAAAGCTGTTATGGAT
 ACTTCCTTGTGACGTTGAAACAAACTCGAACACTTTGCTTCCGCTTGTGACTTTGACATTTCCGACAATACCA

 1770 1780 1790 1800 1810 1820 1830 1840
 GATTGGCAGCTTGTGAGAAGTGTGCAAGGCTGACGATAAGGAAACCTGGCTTGGCGAGGGTAAAGGAAACCTG
 CTAACCCGTGAAACATCTTCACTGACGTTCCGACTGCTTATTCCTGGACIAAACGGCTCCATTTGGACAA

Figure 4 (suite)

Pl. XIII/27

0236210

585

1850	1860	1870	1880	1890	1900	1910	1920
TGCTGCAAGCTGGCTTACGCCATTATAACATCACATTAAAGCATCTCAGGCCATTACATGAGAATAAGAGAAGAAA							
ACGACGTTTCAAGTTGGACGGAAATCCGAATTGGTAAATTGGTAAATTGGTAAATTGGTAAATTGGTAAATTGGTAAATTGGTAA							
1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
ATGAAGATCAAAGCTTATTCAATTCTGTTTCTGTTTCTGTTGTTAAAGCCAAACACCCCTGTCTAAAAACATAAATT							
TACCTCTAGTTTCAAGATAAGACAAAGAAAAAGCAACCAATTTCGGTTGGCACAGATTGGTATTGTTGTTGTTAA							
2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080
TCCTTAATCATTAAATCAATTTCGCTCTCTGCTGCTCAATTAAATAAAATGGAAAGAATCTAAAAAAACCCCC							
AGAAATTAGTAAATTAGTAAANACGGAGAAAAGAGACACGAAGTAAATTATTACCTTACCTTACCTTACGATTTCGGGG							
2090	PstI	2100	2110	2120	2130	2140	2150
CCCCCCCCCCCCCTGGAGCAATAGCAACACACGTTGGCAAAACTATAACTGGCGAA							
CCCCGGGGGGGGACGCTCTTATCGTGTGCAACGGCGTTGATAATTGACCGGTT							

Figure 4 (suite)

TRADUCTION DU GENE DE L'ALBUMINE HUMAINE DANS pXL53

0236210

Pl. XIV/27

125	140	155	170
ATG GAT GCA GAC AAG AGT GAG CTC GCT CAT CGG TTT AAA GAT TTC GAA GAA GAA GAT TTC			
NET ASP ALA HIS LYS SER GLU VAL ALA HIS ARG PHE LYS ASP LEU GLY GLU GLU ASN PHE			
①			
195	200	215	230
AAA GCC TTG CTC TTG ATT GCC TTT GCT CAC TAT CTC CAG TGT CCA TTT GAA GAT CAT			
LYS ALA LEU VAL LEU ILE ALA PHE ALA GLN GLN GLN CYS PRO PHE GLU GLU ASP HIS			
.			
245	260	275	290
CTA AAA TTA GTC ATT GAA ACT GAA TTT GCA AAA ACA TGT GTT GCT GAT GAG TCA GCT			
VAL LYS LEU VAL ASN GLU VAL PHE ALA LYS THR CYS VAL ALA ASP GLU SER ALA			
.			
305	320	335	350
GAA ATT TCT GAC AAA TCA CTT CAT ACC CTC TTT GGA GAC AAA TTA TGC ACA GTC GCA ACT			
GLU ASN CYS ASP LYS SER LEU HIS THR LEU PHE GLY ASP LYS LEU CYS THR VAL ALA THR			

Figure 5

0236210

Pl. XV/27

365	380	395	410
CCT CGT GAA ACC TAT GCT GAA ATG GCT GAC TGC TGT GCA AAA CAA GAA CCT GAG AGA NAT LEU ARG GLU THR TYR GLY GLU MET ALA ASP CYS CYS ALA LYS GLN GLU PRO GLU ARG ASN			
425	440	455	470
GAA TGC TTC TTG CAA CAC AAA GAT GAC AAT CCA AAT CTC CCC CGA TTG GTG AGA CGA GAG GLU CYS PHE LEU GLN HIS LYS ASP ASP ASN PRO ASN LEU PRO ARG LEU VAL ARG PRO GLU			
485	500	515	530
GTT GAT GTC ATG TGC ACT GCT TTT CAT GAC AAT GAA GAG ACA TTT TTG AAA AAA TAC TTA VAL ASP VAL MET CYS THR ALA PHE HIS ASP ASN GLU GLU THR PHE LEU LYS LYS TYR LEU			
545	560	575	590
TAT GAA ATT GCC AGA AGA CAT CCT TAC TTT TAT GCC CCG GAA CTC CTT TTC TTT GCT AAA TYR GLU ILE ALA ARG ARG HIS PRO TYR PHE TYR ALA PRO GLU LEU LEU PHE PHE ALA LYS			

Figure 5 (suite)

605	620	635	650	
AGG TAT AAA GCT TTT ACA GAA TGT TGC CAA GCT GCT GAT AAA GCA GGC TGC TGC TTG				
ARG TYR LYS ALA ALA PHE THR GLU CYS CYS GLN ALA ALA ASP LYS ALA ALA CYS LEU LEU				
665	680	695	710	
CCA AAG CTC GAT GAA CTT CGG GAT GAA GAA GGG AAG GCT TCG TCT GCC AAA CAG AGA CTC AAG				
PRO LYS LEU ASP GLU LEU ARG ASP GLU GLY LYS ALA SER SER ALA LYS GLN ARG LEU LYS				
725	740	755	770	
TGT GCC AGT CTC GAA AAA TTT GGA GAA AGA AGA GCT TTC AAA GCA TGG GCA GCA GCT CGC CGC				
CYS ALA SER LEU GLN LYS PHE GLU ARG ALA PHE LYS ALA TRP ALA VAL ALA ARG LEU				
785	800	815	830	
AGC CAG AGA TTT CCC AAA GCT GAG TTT GCA GAA GTT TCC AAG TTA GTG ACA GAT CTT ACC				
SER GLN ARG PHE PRO LYS ALA GLU PHE ALA GLU VAL SER LYS LEU VAL THR ASP LEU THR				

Figure 5 (suite)

0236210

Pl. XVII/27

845 860 875 890
AAA GTC CAC ACC GAA TGC TGC CAT GGA GAT CTG CTT GAA TGT GCT GAT GAC AGG GCG GAC
LYS VAL HIS THR GLU CYS CYS HIS GLY ASP LEU LEU GLU CYS ALA ASP ARG ALA ASP

905 920 935 950
CTT GCC AAG TAT ATC TGT GAA AAT GAA GAT TCG ATC TCC AGT AAA CTG AAG GAA TGC TGT
LEU ALA LYS TYR ILE CYS GLU ASN GLN ASP SER ILE SER SER LYS LEU LYS GLU CYS CYS
965 980 995 1010
GAA AAA CCT CTG TTG GAA AAA TCC CAC TGC ATT GCC GAA GTG GAA AAT GAT GAG ATG CCT
GLU LYS PRO LEU LEU GLU LYS SER HIS CYS ILE ALA GLU VAL GLU ASN ASP GLU MET PRO

1025 1040 1055 1070
GCT GAC TTG CCT TCA TTA GCG GCT GAT TTT GTT GAA AGT AAG GAT GTT TGC AAA AAC TAT
ALA ASP LEU PRO SER LEU ALA ALA ASP PHE VAL GLU SER LYS ASP VAL CYS LYS ASN TYR

Figure 5 (suite)

1085	1100	1115	1130
GCT GAG GCA AAG GAT GTC TTC RTG GGC ATG TTT TTG TAT GAA TAT GCA AGA AGG CAT CCT			
ALA GLU ALA LYS ASP VAL PHE LEU GLY MET PHE LEU TYR GLU TYR ALA ARG ARG HIS PRO			
1145	1160	1175	1190
GAT TAC TCT GTC GTA CTG CTG AGA CTR GCC AAG ACA TAT GAA ACC ACT CTA GAG AAG			
ASP TYR SER VAL VAL LEU LEU ARG LEU ALA LYS THR TYR GLU THR LEU GLU LYS			
1205	1220	1235	1250
TGC TGT GCC GCT GCA GAT CCT CAT GAA TGC TAT GCC AAA GTG TTC GAT GAA TTT AAA CCT			
CYS CYS ALA ALA ALA ASP PRO HIS GLU CYS TYR ALA LYS VAL PHE ASP GLU PHE LYS PRO			
1265	1280	1295	1310
CTT ATG GAA GAG CCT CAG AAT TTA ATC AAA CAA AAT TGT GAG CTT TTT GAG CAG CTT GGA			
LEU MET GLU GLU PRO GLN ASN LEU ILE LYS GLN ASN CYS GLU LEU PHE GLU GLN LEU GLY			

Figure 5 (suite)

1325	1340	1355	1370	
GAC TAC AAA TTC CAG AAT GCG CTA TTA GTT CGT TAC ACC AAG AAA GTC CCC CAA GTC TCA				
GLU TYR LYS PHE GLN ASN ALA LEU LEU VAL ARG TYR THR LYS LYS VAL PRO GLN VAL SER				
1385	1400	1415	1430	
ACT CCA ACT CTT GTC GAG GTC TCA AGA AAC CTA GCA AAA GTC GTC AGC AAA TGT TGT AAA				
THR PRO THR LEU VAL GLU VAL SER ARG ASN LEU GLY LYS VAL GLY SER LYS CYS CYS LYS				
1445	1460	1475	1490	
CAT CCT GCA GCA AAA AGA ATG CCC TGT GCA GAA GAC TAT CTA TCC GTC GTC CTC AAC CAG				
HIS PRO GLU ALA LYS ARG MET PRO CYS ALA GLU ASP TYR LEU SER VAL VAL LEU ASN GLN				
1505	1520	1535	1550	
TTA TGT GTC TTG CAT GAG AAA ACC CCA GTC AGT GAC AGA GTC ACC AAA TGC TGC ACA GAA				
LEU CYS VAL LEU HIS GLU LYS THR PRO VAL SER ASP ARG VAL THR LYS CYS CYS THR GLU				

Figure 5 (suite)

1565	1580	1595	1610
TCC TTG GTG AAC AGG CCA CCA TGC TTT TCA GCT GTG GAA GTC GAT GAA ACG TAC GTT CCC	SER LEU VAL ASN ARG ARG PRO CYS PHE SER ALA LEU GLU VAL ASP GLU THR TYR VAL PRO		
1625	1640	1655	1670
AAA GAG TTT AAT GCT GAA ACA TTC ACC TTC CAT GCA GAT ATA TGC ACA CTT TCT GAG AAG	LYS GLU PHE ASN ALA GLU THR PHE THR PHE HIS ALA ASP ILE CYS THR LEU SER GLU LYS		
1685	1700	1715	1730
GAG AGA CAA ATC AAG AAA CAA ACT GCA CTT GTC GAG CTT GTG AAA CAC AAG CCC AAG GCA	GLU ARG GLN ILE LYS GLN THR ALA LEU VAL GLU LEU VAL LYS HIS LYS PRO LYS ALA		
1745	1760	1775	1790
ACA AAA GAG CAA CTG AAA GCT GCT ATG GAT GAT TTC GCA GCT TTT GTC GAG AAG TGC TGC	THR LYS GLN GLN LEU LYS ALA VAL MET ASP ASP PHE ALA ALA PHE VAL GLU LYS PRO LYS CYS		

Figure 5 (suite)

0236210

Pl. XXI/27

1805

1820

1845

AAG GCT GAC GAT AAG GAA ACC TGC TTT GCC GAG GAG GGT AAA AAA CTT GTT GCT GCA AGT
LYS ALA ASP ASP LYS GLU THR CYS PHE ALA GLU GLU GLY LYS LYS LEU VAL ALA ALA SER

1860

1885

1835

CAA CCT GCC TTA GGC TTA TAA CAT CAC ATT TAA AAG CAT CTC AGC CTA CCA
GLN ALA ALA LEU GLY LEU

585 - STOP

Figure 5 (suite)

0236210

Pl. XXII/27

A. Oligonucléotide codant pour les 6 premiers codons du gène cII

Met Val Arg Ala Asn Lys Arg
5'-AGCTTCATATGGTTCGTGCAAACAAACGCG-3'
3'-AGTATAACCAAGCACGTTGTTGCAGCT-5'

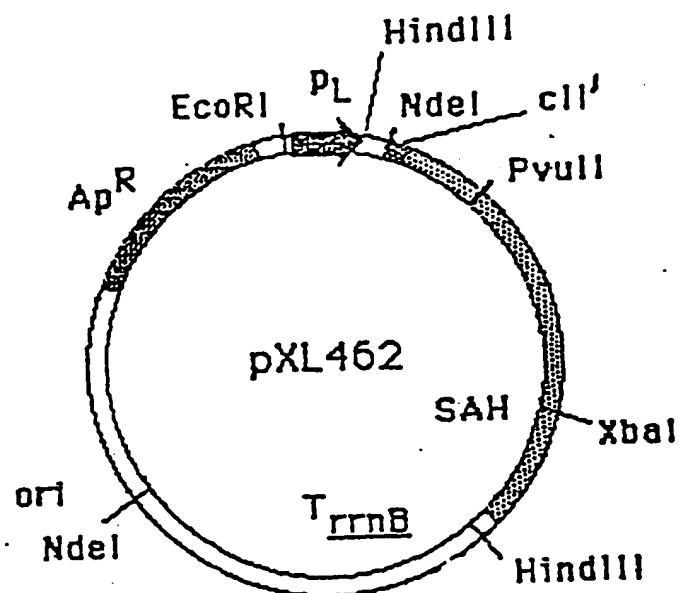
B. Oligonucléotide utilisé pour la Mutagénèse par délétion.

5'-TCGTGCAAACAAACGCGCATGCACACAAGAGT-3'
cII SAH

OLIGONUCLEOTIDES SYNTHETIQUES
EMPLOYES DANS LA CONSTRUCTION DE
LA cII-SAH

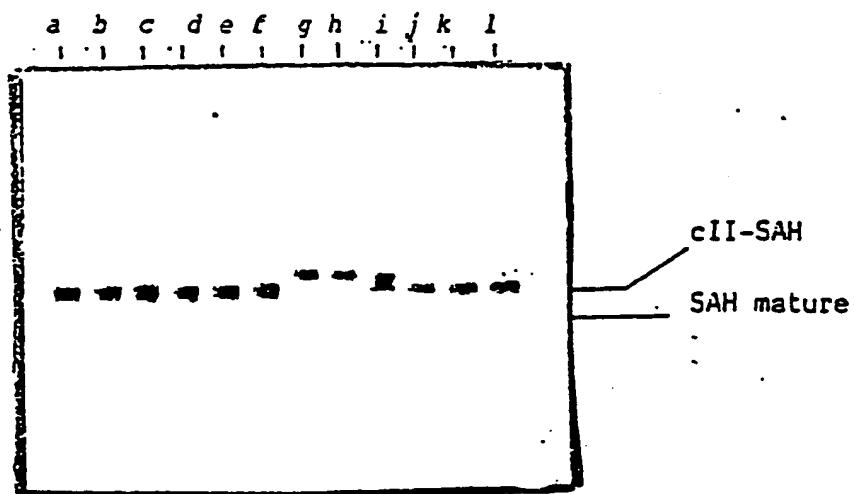
0236210

Pl. XXIII/27



PLASMIDE D'EXPRESSION "PSEUDO-PRO-SAH"

Figure 7



a à f : SAH commerciale (sigma)

g à l : cII-SAH d'origine microbiologique ("pseudo-pro-SAH")

a , g : pas de trypsine

b , h : 0,1 μ g/ml trypsine

c , i : 0,2 μ g/ml trypsine

d , j : 0,4 μ g/ml trypsine

e , k : 0,8 μ g/ml trypsine

f , l : 1,6 μ g/ml trypsine

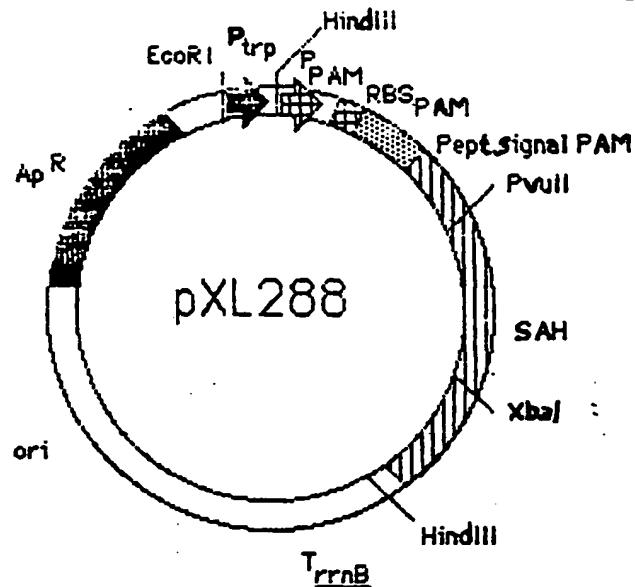
[SAH] 1mg/ml, 1 heure d'incubation à 37°C.

analyse : gel de polyacrylamide 10 % non dénaturant.

Conversion de la cII-SAH en SAH mature

Figure 8

0236210



Plasmide d'expression de la fusion "Peptide signal PAM-SAH"

EcoRI

... GAATTCCCTGTTGACAATTAATCATCGAACTAGTTAACTAGTACGCAAGCTTGGCTGCAGGT
Promoteur Tryptophane

HindIII

CGACCTGCAGCCAAAGCTTCGTTGCTAGTATCAATTCCGCTAATTATACACCTGCCAGAGGGATACA
Promoteur et Site de fixation des ribosomes de PAM

ATG AAA AAT AGA AAT CGT ATG ATC GTG AAC TGT GTT ACT GCT TCC CTG
Met Lys Asn Arg Asn Arg Met Ile Val Asn Cys Val Thr Ala Ser Leu
..... séquence signal de la PAM
← séquence déletée pour construire

ATG TAT TAT TGG AGC TTA CCT GCA CTG GCT GAT GCA CAC AAG...
Met-Tyr Tyr Trp Ser Leu Pro Ala Leu Ala Asp Ala His Lys...
..... SAH
PAM1-SAH →

Séquence des signaux d'expression et du début de la fusion
"Peptide signal PAM-SAH" de pXL288.

A. SEQUENCES DES ACIDES AMINES DES DIFFERENTS SEGMENTS "PSEUDO-PRO"

CII-SAH: MET VAL ARG ALA ASN LYS ARG-ASP
ATG GTT CGT GCA AAC AAA CGC GAT...
SAH

PAM1: MET LYS ASN ARG ASN ARG-ASP
ATG AAA AAT AGA AAT CGT GAT....

PAM2: MET LYS ASN ARG LYS ARG-ASP
ATG AAA AAT AGA AAA CGT GAT....

PAM3: MET LYS LYS ARG LYS ARG-ASP
ATG AAA AAA AGA AAA CGT GAT...

B. MODIFICATIONS EFFECTUEES SUR PAM1

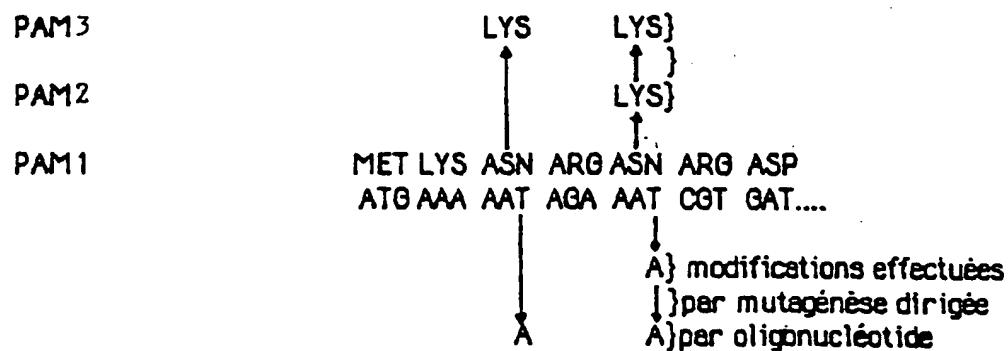


Figure 10

A. OLIGONUCLEOTIDE UTILISE POUR LA MUTAGENÈSE PAR DELETION POUR CONSTRUIRE PAM1 - SAH (pXL641)

5'-ATGAAAAATAGAAATCGTGATGCACACAAGAGTG-3'
PAM SAH

B. OLIGONUCLEOTIDE UTILISE POUR LA MUTAGENÈSE DIRIGÉE POUR CONSTRUIRE PAM2 - SAH (pXL740)

5'CAATGAAAAATAGAAAACGTGATGCACACAAGAGT-3'
 ↑
 nucléotide modifié

C. OLIGONUCLEOTIDE UTILISE POUR LA MUTAGENÈSE DIRIGÉE POUR CONSTRUIRE PAM3 - SAH (pXL741)

Figure 11



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
X	THE EMBO JOURNAL, vol. 3, no. 6, juin 1984, pages 1429-1434, IRL Press Ltd, Oxford, GB; K.K. STANLEY et al.: "Construction of a new family of high efficiency bacterial expression vectors: identification of cDNA clones coding for human liver proteins" * Page 1430; figure 4 *	1	C 12 N 15/00 C 07 K 13/00
X, P D	EP-A-0 200 590 (GENETICA) * En entier *	1-4, 7- 12	
A	EP-A-0 138 437 (GENEX CORP.) * Exemple 2 *	1-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
	-----		C 12 N C 12 P

Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	03-06-1987	CUPIDO M.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention

E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date

D : cité dans la demande

L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant



⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

⑯ Date de publication du fascicule du brevet:
23.10.91 Bulletin 91/43

⑮ Int. Cl.⁵ : **C12N 15/14, C12N 15/62,
C12N 15/70**

⑯ Numéro de dépôt : **87400355.1**

⑯ Date de dépôt : **19.02.87**

⑯ Procédé de préparation de la sérum albumine humaine mature.

⑯ Priorité : **21.02.86 FR 8602379**

⑯ Date de publication de la demande :
09.09.87 Bulletin 87/37

⑯ Mention de la délivrance du brevet :
23.10.91 Bulletin 91/43

⑯ Etats contractants désignés :
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

⑯ Documents cités :
EP-A- 0 001 929
EP-A- 0 073 646
EP-A- 0 114 506
EP-A- 0 138 437
EP-A- 0 200 590
THE EMBO JOURNAL, vol. 3, no. 6, juin 1984,
pages 1429-1434, IRL Press Ltd, Oxford, GB;
K.K. STANLEY et al.: "Construction of a new
family of high efficiency bacterial expression
vectors: identification of cDNA clones coding
for human liver proteins"

⑯ Titulaire : **GENETICA
160 Quai de Polangis
94340 Joinville Le Pont (FR)**

⑯ Inventeur : **Latta, Martine
297 Rue de Charenton-75
F-75012 Paris (FR)
Inventeur : Mayaux, Jean-François
21ter, Boulevard de la République
F-92260 Fontenay aux Roses (FR)
Inventeur : Sarmientos, Paolo
Via Mose Bianchi 104
Milano (IT)**

⑯ Mandataire : **Pilard, Jacques et al
RHONE-POULENC INTERSERVICES Service
Brevets Pharma 25, Quai Paul Doumer
F-92408 Courbevoie Cédex (FR)**

EP 0 236 210 B1

Description

La présente invention concerne un procédé de préparation de la sérum-albumine humaine mature à partir d'une sérum-albumine humaine produite par voie microbiologique sous forme de protéine fusionnée.

5 Il existe un grand choix d'organismes hôtes, tels que les cellules mammifères modifiées ou les micro-organismes qui peuvent potentiellement être utilisés en vue de la production en quantités importantes de protéines humaines d'une grande valeur thérapeutique.

10 L'utilisation de cellules mammifères modifiées par les techniques de l'ADN recombinant présente l'avantage de conduire à des produits très proches de ceux d'origine naturelle ; cependant la culture de ces cellules est délicate et ne peut être conduite que dans des volumes limités.

15 L'emploi de micro-organismes, tels que les bactéries, permet une fabrication à une échelle plus importante mais présente l'inconvénient de conduire à des produits qui diffèrent sensiblement des produits d'origine naturelle. Ainsi les protéines normalement glycosylées chez l'homme ne sont pas, en général, glycosylées par les bactéries [P. Berman et L.A. Laskey, Trends Biochem. Sci., (1985) 10, p.51 et suivantes]. Par ailleurs, les protéines humaines exprimées à haut niveau dans des bactéries telles que E.coli acquièrent souvent une conformation non native qui s'accompagne d'une précipitation intracellulaire [R.G. Schoner et coll., Bio. Technol. (1985), 3, p.151 et suivantes ; J.M. Schoemaker et coll., EMBO J. (1985), 4, p.775 et suivantes]. Enfin, pour qu'un gène puisse s'exprimer dans une bactéries, telle que E.coli, il est indispensable de positionner un codon initiateur méthionine devant la séquence codante de la protéine mature. Généralement, ce résidu n'est pas excisé par la méthionyl aminopeptidase de E.coli [P.H. Seeburg et coll., 1985, 2, p.37 et suivantes ; J.M. Schoner et coll., Proc. Natl. Acad. Sci. USA (1981), 78, p.5403]. La protéine obtenue présente donc un acide aminé anormal comme premier résidu qui peut provoquer l'inhibition stérique d'une activité biologique si le début de la protéine est impliqué dans cette activité. Le résidu peut également présenter un caractère immunogène néfaste à l'administration ultérieure de la protéine.

20 25 Il résulte que le choix d'une cellule-hôte dépend de la protéine spécifique que l'on veut obtenir. Dans le cas d'une protéine de valeur marchande élevée et nécessaire en quantité limitée, les cellules mammifères peuvent constituer une source particulièrement bien adaptée. Par contre dans le cas d'un produit de valeur marchande plus faible et nécessaire en quantité importante, de l'ordre de plusieurs dizaines de tonnes, telle que la sérum-albumine humaine (SAH), il paraît indispensable d'utiliser des micro-organismes tout en remédiant aux inconvénients liés à leur emploi.

30 35 Lorsque la SAH est exprimée à partir d'une construction génétique du type "Promoteur-Site de démarrage de traduction-ATG-Gène de la SAH mature", la protéine obtenue conserve généralement une méthionine comme résidu N-terminal. Pour éliminer la méthionine N-terminale de protéines hétérologues exprimées chez E.coli, plusieurs méthodes peuvent être envisagées, telles que le clivage enzymatique in vivo, l'excision protéolytique pendant ou immédiatement après le transport à travers la membrane ou bien des digestions protéolytiques ou chimiques in vivo.

40 45 Il est connu, en particulier d'après J.P. Waller, J. Mol. Biol., (1963), 7, p.483 et suivantes, que E.coli possède une méthionyl aminopeptidase qui excise la méthionine N-terminale d'un certain nombre de protéines. Cependant la spécificité du mécanisme est mal connue et il est supposé que ce mécanisme dépend du ou des résidus suivant la méthionine [V.M. Vogt, J. Biol. Chem. (1970), 245, p.4760 et suivantes ; H.J. George et coll., (1985) DNA, 4, p.273].

50 55 Les protéines sécrétées sont généralement initialement synthétisées sous forme d'une préprotéine comportant une "Séquence-signal" qui inclut le premier résidu. Cette séquence subit une excision protéolytique pendant ou immédiatement après le transport à travers la membrane [R. Scheckman, Trends Biochem (1985), 10, p.177]. Cependant ce système ne convient généralement pas dans le cas de protéines cytoplasmiques ou hétérologues du fait des problèmes de transport dûs soit à certaines parties de la séquence primaire de la protéine [J. Tommassen et coll, EMBO J. (1985), 4 p.1041] soit à une précipitation intra-cytoplasmique trop rapide de la protéine. Par ailleurs les mécanismes impliqués dans la sécrétion de protéines par les cellules eucaryotes, telles que la SAH sécrétée par les cellules hépatiques, sont vraisemblablement assez différents des mécanismes de sécrétion mis en jeu dans des microorganismes tels que les bactéries gram-négatives [N.Wickner et H. Lodish, Science (1985), 230 p.400].

Il a été également proposé d'employer des digestions chimiques ou enzymatiques afin de convertir in vitro la protéine synthétisée par la bactérie sous la forme d'une protéine fusionnée. Cette conversion a pour but l'excision spécifique d'une séquence peptidique étrangère à la protéine désirée, située en position N-terminale et contenant la méthionine comme premier résidu. Un exemple simple est celui d'une protéine qui ne possède pas naturellement de résidus méthionine [R.E. Chance et coll., "Peptides : Synthèses-Structure-Fonction", D.H. Rich et E. Gross, ed., Pierce Chem. Co, Rocford, I11, (1981) p.721 et suivantes]. Dans ce cas, un traitement in vitro par le bromure de cyanogène permet l'excision de la méthionine N-terminale. Cependant ce

cas ne se présente que très rarement dans le cas de protéines de poids moléculaire élevé.

Certaines protéases, comme la collagénase et le facteur X, reconnaissent une séquence de plusieurs acides aminés, ce qui les rend relativement spécifiques. [K. Nagai et H.C. Thogerson, *Nature* (1984), 309, p.810 et suivantes ; J. Gercino et D. Bastia, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* (1984), 81, p.4692 et suivantes]. Une construction génétique permet donc de positionner la séquence reconnue par la protéase en question devant le premier acide aminé de la protéine désirée. Cette protéine fusionnée devient ainsi un substrat de la protéase, le produit principal de la réaction étant la protéine possédant en position N-terminale le même acide aminé que la protéine mature. Cependant, l'inconvénient majeur de cette méthode réside dans le prix de la protéase surtout lorsqu'il s'agit de produire une protéine en grande quantité.

La SAH est synthétisée par les cellules humaines d'abord sous forme de prépro-SAH (figure 1). Une séquence signal de 18 acides aminés est enlevée pendant le transport de la SAH à travers le lumen du réticulum endoplasmique et il reste encore 6 acides aminés à l'extrémité N-terminale (Arg-Gly-Val-Phe-Arg-Arg-) qui ne sont pas présents dans la SAH circulante. Selon S.O. Brennan et R.W. Carrell, *Biochim. Biophys. Acta* (1980), 621, p.83 et suivantes, ce propeptide ne semble jouer aucun rôle dans la sécrétion de la SAH. Il est possible qu'une deuxième protéolyse spécifique s'effectue au niveau de l'appareil de Golgi ou dans la circulation sanguine, les deux résidus arginine formant le site de reconnaissance d'une protéase de spécificité analogue à celle de la trypsine. En effet, un variant, appelé "Albumine Christchurch", dû à une mutation qui transforme le dernier résidu arginine du propeptide en glutamine n'est pas converti *in vivo* en albumine mature mais est transformé *in vitro* en Glu-SAH en traitant le propeptide par une faible concentration de trypsine. Par ailleurs, la SAH mature sous forme native est résistante à la trypsine dans les mêmes conditions [S.O. Brennan et coll., *Biochim. Biophys. Acta*, (1984) 802, p.24 et suivantes].

Il a maintenant été trouvé, et c'est ce qui fait l'objet de la présente invention, un procédé permettant de transformer en SAH mature une SAH produite par voie microbiologique sous forme de protéine fusionnée.

Le procédé selon la présente invention consiste :

- 25 - à modifier *in vitro* le gène de structure de la SAH de telle sorte qu'il possède 6 codons supplémentaires codant pour les 6 premiers acides aminés de la protéine cII du bactériophage lambda, puis à lier le gène de structure ainsi modifié à la séquence nucléotidique qui précéde naturellement le gène cII dans le génome du bactériophage lambda et à un promoteur qui assure un niveau élevé de transcription,
- 30 - à produire, dans des conditions définies, au moyen d'une bactérie hôte contenant le gène modifié, une protéine hybride ("pseudo-pro-SAH") constituée par les 6 premiers acides aminés du gène cII suivis de la séquence de la SAH mature,
- 35 - à dénaturer et réduire puis renaturer la protéine hybride de façon à obtenir une protéine soluble dont la conformation est semblable à celle de la SAH d'origine naturelle, puis
- à modifier *in vitro*, au moyen de la trypsine, la protéine ainsi obtenue afin d'exciser le pseudo-pro-peptide et obtenir la SAH mature.

Il a également été trouvé que la SAH mature peut être obtenue en utilisant une extension peptidique N-terminale ("pseudo-pro-peptide") dont la séquence diffère de celle des 6 premiers acides aminés de la protéine cII du bactériophage lambda, à condition que cette extension permette une expression suffisante de la protéine fusionnée, présente l'hydrophilicité nécessaire et comporte un site de coupure par la trypsine. Par exemple, le "pseudo-pro-peptide" peut être constitué par les 5 premiers acides aminés de la séquence-signal de la pénicilline-amidase (6, si l'on compte le premier résidu méthionine).

Dans ce qui suit, la signification des termes techniques utilisés en biologie moléculaire est supposée connue (cf. par exemple J. Watson, "Biologie Moléculaire du Gène", édition française, Interéditions, 1978). Les méthodes couramment employées en biologie moléculaire du gène sont décrites, par exemple, par T. Maniatis et coll., *Molecular Cloning*, Cold Spring Harbor Laboratory Press, New-York, 1982). Dans ce qui suit seront décrits successivement la construction, les procédés d'expression du gène, la renaturation et la conversion par la trypsine de la "pseudo-pro-SAH".

A-CONSTRUCTION DU GENE "pseudo-pro-SAH".

50 1. Préparation d'ARN messager de foie

On utilise des cellules hépatiques, obtenues par exemple par biopsie, et on en extrait l'ARN messager selon la méthode décrite par exemple par V. Glisin et coll., *Biochemistry* (1974), 13, p. 2633 et suivantes ; et par R. Deeley et coll., *J. Biol. Chem.* (1977), 252, p. 8310 et suivantes. On traite la biopsie par une solution de thiocyanate de guanidine 6M, et l'on purifie l'ARN total par plusieurs cycles de précipitation dans l'éthanol à -20°C, centrifugation et redissolution des culots de centrifugation.

On enrichit la préparation en ARN messager par plusieurs cycles de chromatographie d'affinité sur des

colonnes d'oligo (dT)-cellulose, selon la technique décrite par H. Aviv et P. Leder, Proc. Natl. Acad. Sci. (USA) (1972), 69, p. 1408 et suivantes. L'ARN messager ainsi isolé, contenant 1 à 2 % de l'ARN total, est conservé en solution aqueuse à -70°C.

On peut déterminer la proportion d'ARN messager spécifique de la sérum-albumine humaine au sein de la population totale (par exemple par traduction *in vitro* d'un aliquot de la solution d'ARN dans des lysats de réticulocytes de lapin). Une méthode consiste à utiliser le lysat de réticulocytes fournis par la société Amersham, suivant le protocole préconisé par ce fournisseur. On peut ainsi déterminer la fraction de protéine néoformée immunoprécipitable par des anticorps anti-albumine au sein de l'ensemble des protéines néoformées. On obtient par exemple une fraction de l'ordre de 6 %.

10

2. Synthèse de cDNA et clonage dans E.coli

a. Synthèse du premier brin

15 A partir de la technique de G.N. Buell et coll., J. Biol. Chem. (1978), 253, p. 2471 et suivantes, modifiée, on utilise par exemple 5 µg d'ARN messager total dans un volume final de 50 microlitres d'une solution contenant : 100 mM Tris-HCl pH 8,3, 10 mM MgCl₂, 0,4 mM DTT, 20 mM KCl, 0,4 mM Na pyrophosphate, 1 mM de chaque nucléotide triphosphate (dNTP), 100 µg/ml de oligo(dT)₁₂₋₁₈, 0,5 U/ml d'inhibiteur de ribonucléases, 50 picomoles de traceur radioactif et 40 unités de Transcriptase réverse (Société Life Science, Inc.).

20 La réaction de transcription réverse de l'ARN messager en ADN complémentaire (ADNc) se poursuit pendant 1 heure à 42°C.

Le taux de synthèse de ADNc est calculé par mesure du taux d'incorporation du traceur radioactif en molécules acido-précipitables, selon une technique connue.

25 Après 1 heure, on arrête la réaction par addition d'EDTA (20 mM), et l'on détruit l'ARN messager par digestion alcaline dans 50 mM de NaOH, à 42°C, pendant 3 heures.

On sépare l'ADNc néoformé des dNTPs non-incorporés et des produits de dégradation alcaline des ARNs par chromatographie, par exemple, sur une colonne de Sephadex G100 (Pharmacia Fine Chemicals). On obtient 1,5 µg d'ADNc simple brin à partir de 5 µg d'ARN messager total.

30 b. Synthèse du deuxième brin

L'ADNc simple brin est converti en ADN double brin par action du fragment "Klenow" de l'ADN polymérase I.

35 Les conditions de réaction sont : 100 mM Hepes pH 7, 10 mM MgCl₂, 2,5 mM DTT, 70 mM KCl, 0,5 mM de chaque dNTP, et 50 unités du fragment "Klenow" de l'ADN polymérase I (commercialisée par exemple par la Société New England Biolabs Inc.).

La réaction est poursuivie pendant 15 heures, à 15°C, et l'on sépare l'ADN double brin des dNTPs non incorporés à nouveau par chromatographie sur colonne de Sephadex G100.

40 c. Clonage de l'ADN double brin

Pour supprimer les molécules d'ADN simple brin et obtenir un ADN double brin à extrémités franches, on traite les séquences non appariées par la nucléase S₁ selon la technique décrite par A. Efstradiatis et coll., Cell (1976), 7, p. 279 et suivantes. On sépare les ADNs néoforcés double brin selon leur taille par centrifugation dans un gradient de saccharose. On utilise généralement un gradient de 5 % - 20 % de saccharose en 50 mM Tris-HCl pH 8,5, 10 mM EDTA, 800 mM NaCl, centrifugé à 210000 g pendant 15 heures, à 20°C, et on effectue un fractionnement du gradient en aliquots après centrifugation.

On contrôle la taille des molécules dans chaque fraction par électrophorèse d'échantillons faite en parallèle avec des étalons d'ADN de tailles connues, et l'on regroupe les fractions contenant un ADN constitué par l'enchaînement de plus de 500 paires de bases.

Pour permettre le clonage de cet ADN on allonge d'abord ses extrémités 3' avec de l'oligo(dC), et on allonge parallèlement les extrémités 3' du site PstI du plasmide vecteur pBR322 avec de l'oligo(dG) selon la technique de F. Rougeon et coll., J. Biol. Chem. (1977), 252, p. 2209 et suivantes.

55 On hybridise alors l'ADN double brin décrit ci-dessus au plasmide vecteur, selon par exemple la technique de L. Villa Komaroff et coll., Proc. Natl. Acad. Sci. (USA) (1978), 75, p. 3727 et suivantes.

On crée une "banque" de clones d'ADNcs de foie par transformation de la bactérie E.coli avec l'ADN ainsi décrit selon la méthode décrite par M. Mandel et A. Higa, J. Mol. Biol. (1970), 53, p. 154 et suivantes et M.

Dagert et S.D. Erlich., Gene (1979), 6, p. 23 et suivantes.

d. Repérage des clones d'ADNc albumine

5 On utilise une technique d'hybridation sur colonies à l'aide d'oligonucléotides synthétiques dont les séquences sont déduites de la séquence protéique de l'albumine humaine (B. Meloun et coll., FEBS Letters (1975), 58, p. 134 et suivantes ; M. Grunstein et D. Hogness, Proc. Natl. Acad. Sci. (USA) (1975), 72, p. 3961 et suivantes ; R.B. Wallace et coll., Nucleic Acids Res. (1981), 9, p. 879 et suivantes).

10 Les clones sont cultivés par séries de 96 sur milieu de Luria contenant 25 µg/ml de tétracycline, en boîtes carrées, directement sur des filtres de nitrocellulose. Après croissance à 37°C puis amplification en présence de 250 µg/ml de chloramphénicol, les colonies sont lysées par la soude puis hybridées avec les oligonucléotides radioactivés en 5' par kination, dans une solution contenant : 5 X SSC, 0,5 % NP 40, 100 µg/ml ADN de sperme de saumon dénaturé par ébullition et refroidi rapidement dans la glace, 0,5 ng/ml d'oligonucléotide kinasé. L'hybridation est effectuée à 37°C pendant 18 heures. On lave ensuite les filtres en 5 X SSC, à 25°C, puis 37°C, puis 45°C et ce pendant quatre fois 15 minutes à chaque étape.

15 Les filtres sont alors exposés sur films Kodak X-OMAT, à -70°C, avec un écran amplificateur pendant 15 à 24 heures. Les clones hybrides avec les sondes sont réisolés puis lysés. L'ADN plasmidique est purifié par centrifugation en milieu chlorure de césum-bromure d'éthidium selon une technique connue.

20 On séquencé l'ADN de l'insertion par la technique de Maxam-Gilbert (A. Maxam et W. Gilbert, Methods Enzymol. (1980), 65, p. 499 et suivantes) pour comparer la séquence protéique dérivée de la séquence nucléotidique et celle de la sérum-albumine humaine.

25 On identifie ainsi une série de clones dont les insertions correspondent à l'ensemble du gène de la sérum-albumine humaine.

25 Dans la figure 2 est représentée la carte de restriction du gène de la sérum-albumine, ainsi que la position de trois des insertions les plus représentatives, désignées par "pT1B11", "pAA38", "p6D8".

e. Incorporation au grène de structure d'un codon d'initiation (figure 3)

30 a) On digère l'ADN du plasmide "pT1B11" par les enzymes PstI et Pvull, et on isole un fragment d'ADN de 125 paires de bases, correspondant à la séquence de l'extrémité 5' du gène de la sérum-albumine (acides aminés n° 1 à 62). On fixe à l'extrémité Pvull une séquence de jonction constituée du site de reconnaissance de l'enzyme BamHI. On obtient ainsi un fragment PstI-BamHI.

35 On prépare d'autre part un oligonucléotide synthétique ayant 21 bases de long, possédant un triplet "ATG" devant les nucléotides codant pour les acides aminés de la sérum-albumine humaine ainsi qu'un site de restriction Ncol, et dont la séquence est la suivante : 5'GAATCCATGGATGCACACAAG 3'.

40 On dénature le fragment d'ADN PstI-BamHI, et on l'hybride avec l'oligonucléotide synthétique. L'hybridation se fait par la séquence 5'...GATGCACACAAG 3', l'extrémité 3' du brin d'ADN complémentaire étant désappariée. On digère les extrémités désappariées, puis on polymérisé dans le sens 5'...3' avec le fragment "Klenow" de l'ADN polymérase I, d'après les techniques de H. Jacobsen et coll., Eur. J. Biochem. (1974), 45, p. 623 et suivantes.

45 On obtient ainsi un fragment contenant en 5' une extrémité franche, un site Ncol puis le triplet ATG et en 3' un site BamHI.

b) On réalise la ligation de trois fragments d'ADN :

45 1) un fragment EcoRI-BamHI du plasmide "pLG200" (L. Guarenté et coll., Cell (1980) 20, p. 543 et suivantes) portant un gène de résistance aux antibiotiques, l'origine de réplication et l'extrémité 3' du gène de la β -galactosidase,

50 2) un fragment EcoRI-Pvull du plasmide "pGL101" (G. Lauer et coll., J. Mol. Appl. Genet. (1981), 1, p. 139 et suivantes) portant le promoteur P_{lac} et le site de fixation de ribosome (RBS) du gène lacZ d'E.coli,

50 3) le fragment d'ADN mutagénisé codant pour les 62 premiers acides aminés de l'albumine humaine.

55 On isole un plasmide (pXL52) qui réalise une fusion de l'extrémité 5' du gène de la sérum-albumine humaine avec le gène de la β -galactosidase d'E.coli.

f. Construction du gène complet (figure 3)

55 On digère l'ADN du plasmide "p6D8" par EcoRI, et partiellement par BglII, selon une technique déjà décrite. On isole le grand fragment EcoRI-BglII contenant la séquence codant pour les 405 derniers acides aminés de la sérum-albumine humaine puis l'origine de réplication du plasmide et le gène de résistance à la tétracycline.

55 On digère l'ADN du plasmide "pXL52" décrit ci-dessus par EcoRI et Sau3A, et on isole un fragment conte-

nant 200 paires de bases.

On digère l'ADN du plasmide "pAA38" par Sau3A et on isole un fragment contenant 540 paires de bases.

On ligature les trois fragments (dans l'ordre [pXL52 EcoRI-Sau3A] - [pAA38-Sau3A] - [p6D8 BgIII-EcoRI]) en tirant profit de la compatibilité entre les sites Sau3A et BgIII. On obtient un plasmide appelé "pXL53", dont la qualité de la construction est contrôlée par un séquençage complet du fragment compris entre le site EcoRI et le site PstI correspondant à la jonction de l'insertion et du plasmide vecteur.

La séquence nucléotidique complète, ainsi que la séquence protéique dérivée, sont représentées dans les figures 4 et 5.

Les variations observées entre cette séquence et la séquence protéique publiée (B. Meloun et coll, FEBS Letters (1975), 58, p. 134 et suivantes ; M. Dayhoff, Atlas of Protein sequence and structure (1978), 5, supplément 3, p. 306) sont les suivantes :

	<u>Position</u>	<u>Meloun et coll.</u>	<u>Sérum-albumine humaine déduite de la séquence de "pXL53"</u>
15			
20	131	Glutamine	Acide glutamique
	364	Histidine	Alanine
25	367	Tyrosine	Histidine
	370	Alanine	Tyrosine
	381	Valine	Méthionine
30	464	Acide glutamique	Histidine
	465	Histidine	Acide glutamique
	501	Glutamine	Acide glutamique

3. Construction de systèmes d'expression de la méthionyl-sérum-albumine humaine

a. Utilisation du promoteur "P_L" du bactériographe lambda

On linéarise le plasmide "pXL53" par digestion partielle par l'enzyme Ncol, en ne considérant que le site Ncol en 5' du codon d'initiation et on forme des bords francs par remplissage selon la technique de R.M. Wartell et W.S. Reznikoff, Gene (1980), 9, p. 307 et suivantes).

On synthétise un "adaptateur" contenant en 5' une séquence correspondant au site de reconnaissance d'une enzyme de restriction telle que BamHI, puis une séquence correspondant à un site de fixation de ribosomes (RBS "consensus" ou "théorique"). La séquence de l'adaptateur est : 5'GGATCCTAGGAGAAC 3'.

La ligation de l'adaptateur en 5' d'un ADN à bords francs a été décrite, par exemple, par C.P. Bahl et coll., Gene (1976), 1, p. 81 et suivantes.

La méthode consiste à effectuer la réaction sur 20 microlitres d'une solution contenant 50 mM Tris, HCl pH = 7,5, 10 mM MgCl₂, 15 mM DTT, 1mM ATP, 50 µg/ml d'adaptateur, 20 µg/ml d'ADN et 1 unité d'ADN-ligase (New England Biolabs Inc.). La réaction est poursuivie pendant 10 heures à 15°C. Cette ligation crée un site BamHI sans supprimer le site Ncol.

On digère le produit de ligation par BamHI et par HinDIII. Du fait de la présence d'un site HinDIII en 3' du gène de la sérum-albumine humaine, on obtient un fragment d'ADN contenant la totalité de la séquence codante.

On sous-clone le fragment HinDIII-BamHI ainsi obtenu par exemple dans le plasmide "pBR322" en transformant E.coli selon la méthode déjà décrite ci-dessus pour obtenir le plasmide "pXL61".

Le plasmide "pXL61" ne contient pas de promoteur.

Le promoteur "P_L" du bactériophage lambda est placé sur le chromosome du bactériophage entre un site BgIII et un site BamHI (voir E. Szybalski et W. Szybalski, Gene (1979) 7, p. 217 et suivantes), et dont la séquence nucléotidique est connue (F. Sanger et coll., J. Mol. Biol. (1982), 162, p. 279 et suivantes). On peut cloner ce fragment et modifier ses sites de restriction selon des méthodes connues.

On note que les plasmides portant P_L doivent être propagés dans des souches de E.coli portant le gène répresseur cl, ceci afin d'éviter que ce promoteur ne s'exprime de façon constitutive.

Dans une première construction, P_L est disponible sous forme d'un fragment BamHI à partir du plasmide "pPL-lambda" (Pharmacia P.L. Biochemicals). L'insertion de ce fragment BamHI dans le site BamHI du plas-

mide "pXL61" permet d'obtenir le plasmide "pXL65", dans lequel on a vérifié que l'orientation du promoteur par rapport au gène de structure de la sérum-albumine humaine est correcte.

D'autres constructions peuvent être réalisées à partir de plasmides disponibles. On peut, par exemple, exciser du plasmide "pP_L-lambda" un fragment HaeIII-HaeIII contenant le promoteur P_L et l'insérer dans le site SmaI d'une séquence de clonage multisites portée sur un plasmide, tel que le plasmide "pUC8" (J. Vieira et J. Messing, Gene, (1982), 79, p. 259 et suivantes) pour obtenir "pUC8-P_L" dans lequel le site EcoRI est en 5' du promoteur.

A partir du plasmide "pPS1" (P. Sarmientos et coll., Cell (1983), 32, p. 1337 et suivantes), on peut d'abord détruire le site HinDIII le plus proche du site NdeI (figure 3) puis remplacer le petit fragment EcoRI-HinDIII par, d'une part, le fragment EcoRI-BamHI du plasmide "pUC8-P_L" contenant le promoteur P_L, et, d'autre part, le fragment BamHI-HinDIII du plasmide "pXL61" contenant le gène de la sérum-albumine. On obtient ainsi le plasmide "pXL70" dans lequel l'ensemble P_L-RBS "consensus" -ATG-gène de la sérum-albumine humaine est porté sur un fragment d'ADN EcoRI-HinDIII.

15 **b. Remplacement du RBS "consensus" par celui du gène cII du bactériophage lambda**

Le gène cII du bactériophage lambda, dont la séquence et le site d'initiation sont connus, peut être traduit avec efficacité (E. Schwarz et coll., Nature (1978), 272, p. 410 et suivantes).

20 On construit un plasmide contenant le système d'expression "Promoteur "P_L" - RBS cII - ATG - gène sérum-albumine".

Par exemple, on peut après avoir détruit le site BamHI de "pUC8-P_L" par action de l'enzyme SI (A.J. Berk et P.A. Sharp, Cell (1977), 12, p. 72) isoler un fragment EcoRI-HinDIII contenant le promoteur P_L et ensuite lier ce fragment avec le grand fragment EcoRI-HinDIII du plasmide "pDS20" (G. Duester et coll., Cell (1982), 30, p. 855 et suivantes), pour obtenir le plasmide "pXL73".

25 Le RBS du gène cII est extrait du plasmide "pPS1". On digère ce plasmide par NdeI et on insère un adaptateur BamHI après formation d'extrémités franches. On excise alors le RBS sous forme d'un fragment HinDIII-BamHI.

On construit d'abord un plasmide "pXL88" dans lequel ce fragment HinDIII-BamHI est lié au grand fragment HinDIII-BamHI du plasmide "pXL73". Dans le nouveau plasmide "pXL88", le RBS cII est inséré dans la bonne orientation par rapport au promoteur P_L, le tout dans un système multisites de telle sorte que l'ensemble P_L-RBS cII soit porté sur un fragment d'ADN EcoRI-BamHI de 578 paires de bases.

30 Le fragment EcoRI-BamHI de 578 paires de bases est sous-cloné entre les sites EcoRI et BamHI du plasmide "pMC1403" (M.J. Casadaban et coll., J. Bacteriol. (1980), 143, p. 971 et suivantes) qui porte le gène de la β-galactosidase (lacZ) après le site BamHI. Cette construction conduit au plasmide "pXL91" dans lequel le gène de la β-galactosidase est exprimé sous contrôle du système "P_L-RBS cII".

35 On sous-clone le fragment BamHI-BglII du plasmide "pXL61" décrit précédemment dans le site BamHI du plasmide "pMC1403". (La ligation d'un site BglII dans un site BamHI est possible, mais l'excision par BamHI en BglII ne l'est plus ; il ne reste donc qu'un site BamHI).

40 Cette construction ("pXL71") aboutit à l'insertion d'un fragment d'ADN de 700 paires de bases comportant la séquence "BamHI-[RBS "consensus"-ATG-Ncol-gène partiel de la sérum-albumine -(codant pour les acides aminés 1 à 218)-gène de la β-galactosidase].

On coupe ce plasmide par BamHI et SacI (le site SacI est présent dans le gène de la β-galactosidase) et on l'insère dans le plasmide "pXL91" décrit précédemment à la place du fragment préexistant BamHI-SacI.

45 On aboutit alors au plasmide "pXL97" dont l'insertion a la structure suivante : "Site EcoRI - P_L - RBS cII - site BamHI-RBS "consensus"- site Ncol - ATG - gène partiel de la sérum-albumine -gène de la β-galactosidase".

50 On digère le plasmide "pXL97" par BamHI et partiellement par Ncol en ne considérant que le site Ncol proche du codon d'initiation et on forme les bords francs par action de la nucléase SI, puis on le referme sur lui-même. Cette manipulation, d'une part, supprime la séquence d'ADN du RBS "consensus" et, d'autre part, met en phase un ATG du RBS cII avec la séquence de la sérum-albumine.

55 On obtient ainsi le plasmide "pXL136" qui comporte la séquence "site EcoRI-P_L-RBS cII-ATG-gène partiel de la sérum-albumine-gène de la β-galactosidase".

Le gène partiel de la sérum-albumine possédant un site Pvull, on digère le plasmide "pXL136" par EcoRI et Pvull et on extrait un fragment de 760 paires de bases qui est inséré entre les sites EcoRI et Pvull du plasmide "pXL70" décrit précédemment. On obtient ainsi le plasmide "pXL139" qui porte la structure "P_L-RBS cII-gène sérum-albumine complet" sur un fragment EcoRI-HinDIII, comme le plasmide "pXL70" et qui porte la substitution RBS "consensus" par celui du gène cII.

On coupe le plasmide "pXL139" décrit précédemment au site unique Sall, entre le promoteur PL et le RBS

5 cII. On digère l'ADN par l'enzyme *Ba*131, de telle sorte que le site de fin de transcription *tR*1 en 5' du RBS cII soit digéré puis on ajoute un adaptateur *Hin*DIII et on isole le fragment *Hin*DIII-XbaI contenant le RBS cII amputé de *tR*1 et les 357 premiers codons du gène de la sérum-albumine humaine. On combine ce fragment *Hin*DIII-XbaI avec d'une part le fragment XbaI-EcoRI du plasmide pXL139 contenant la fin du gène de la sérum-albumine humaine et d'autre part le fragment EcoRI-*Hin*DIII portant le promoteur *P_L* obtenu à partir du plasmide pUC8-*P_L* après destruction du site *Bam*H1. On obtient ainsi le plasmide pXL324.

4. Construction d'un plasmide d'expression pour la "pseudo-pro-SAH"

10 Un fragment d'ADN est construit par hybridation de deux oligonucléotides synthétiques ayant la structure donnée dans la figure 6A. La séquence contient un codon de démarrage "ATG" suivi par les 6 premiers codons du gène cII du bactériophage lambda. Ce fragment possède une extrémité cohésive de type *Hin*DIII et une autre extrémité cohésive de type *Sall*. Ce fragment synthétique est cloné entre les sites *Hin*DIII et *Sall* du vecteur M13mp10 (J. Messing, Methods Enzymol., (1984), 101, p.20 et suivantes). Le DNA en forme réplicative purifié à partir de cellules infectées par le bactériophage résultant est utilisé dans l'étape suivante de construction.

15 Un fragment *Sall*-*Bgl*III de 765 paires de bases provenant du plasmide pXL324 contenant le début du gène (ADNc) codant pour la SAH est cloné dans ce bactériophage recombinant. La souche de *E.coli* JM101 est infectée par ce nouveau bactériophage et le surnageant d'une culture de 5 heures est utilisé comme source de particules phagiques contenant l'ADN simple brin caractéristique des phages filamenteux de type M13. Ce simple brin sert ensuite de matrice pour une mutagénèse dirigée par oligonucléotide permettant de supprimer la séquence comprise entre le sixième codon du gène cII et le premier codon de la SAH mature (GAT) selon les méthodes décrites, par exemple, par J.P. Adelman et coll., DNA (1983), 2, p.183. L'oligonucléotide utilisé dans cette mutagénèse dirigée est décrit dans la figure 6B. Le phage résultant contient le début d'un nouveau gène fusionné. La structure de fragment d'ADN utilisé dans les constructions ultérieures est vérifiée par la méthode de séquençage enzymatique (F. Sanger et coll., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, (1977), 74, p.5463).

20 Une reconstruction du gène complet codant pour la fusion "pseudo-pro-SAH" est ensuite effectuée. Un vecteur contenant un gène de résistance à l'ampicilline, une origine de réplication, un terminateur de transcription et une partie de l'ADNc codant pour la SAH est préparé à partir du plasmide pXL70 en traitant ce plasmide par les enzymes de restriction EcoRI et PvuII. Le fragment de 7200 paires de bases environ est purifié par électrophorèse en gel d'agarose et électroélution. Un fragment de 430 paires de bases contenant le promoteur *P_L* et le site d'accrochage sur le ribosome (RBS) modifié du gène cII est purifié à partir d'une digestion du plasmide "pXL324" par les enzymes EcoRI et NdeI par électrophorèse en gel de polyacrylamide et électroélution. Un fragment NdeI-PvuII de 200 paires de bases contenant le début du gène hybride cII-SAH est purifié à partir de la forme réplicative du bactériophage M13 recombiné modifié par mutagénèse *in vitro* décrite ci-dessus. Une réaction de ligation à trois partenaires a été effectuée. Le plasmide résultant est appelé "pXL462" (figure 7).

25 Le plasmide "pXL462" a été introduit dans la souche G819 par transformation. Cette souche est dérivée de la souche E103S (L. SIMON, Waksman Institute for Microbiology, Rutgers-The State University, Piscataway, N.J., USA) par transformation avec le plasmide pRK248cts (H-U. Bernard et coll., Gene (1979), p.59 et suivantes). Ce plasmide est compatible avec "pXL462" et porte le gène cI du bactériophage lambda qui code pour un répresseur thermosensible du promoteur *P_L*. Ce répresseur devient en effet inactif au-dessus de 38,5°C. La souche obtenue porte le numéro G1398.

30 A partir du plasmide pXL462, d'autres plasmides ont été construits où le promoteur *P_L* contenu sur un fragment de restriction EcoRI-*Hin*DIII a été remplacé par différents promoteurs bactériens inductibles. La construction de ces plasmides a utilisé le site XbaI unique de pXL462 et une réaction de ligation à trois partenaires du type de celle décrite ci-dessus (voir figure 7). La présente invention ne dépendant pas du type de promoteur bactérien utilisé, seul le cas du plasmide pXL462 portant le promoteur *P_L* sera évoqué dans ce qui suit.

B. PRODUCTION DE cII-SAH PAR VOIE MICROBIOLOGIQUE

50 1. Culture et Induction

55 A partir d'un réisolaient de la souche G1398 sur une boîte de Pétri gélosée à base de milieu LB contenant 50 microgrammes/ml d'ampicilline (LB Ap) préalablement incubée à 30°C, une préculture est diluée 100 fois dans le même milieu et la culture est incubée à 30°C avec agitation. Lorsque la densité optique lue à 610 nanomètres atteint 1,0 la culture est alors portée à 42°C pendant 90 minutes avec agitation.

2. Sonication, récupération de la cll-SAH

5 Le culot cellulaire collecté par centrifugation est resuspendu dans 1/30 de volumes de PBS (0,2 g/l KC1, 0,2 g/l KH₂PO₄, 8 g/l NaCl et 1,25 g/l Na₂HPO₄). Après incubation pendant 15 minutes à une température voisine de 20°C en présence de lysozyme de blanc d'oeuf à 1 mg/ml, la sonication des bactéries est effectuée à 0°C, par exemple, avec un sonicateur Branson (Modèle B30) en mode continu pendant deux fois six minutes avec refroidissement. La fraction insoluble est collectée par centrifugation à 12000 g à 4°C pendant 15 minutes puis lavée par du PBS et séchée sous vide à 30°C pendant 15 minutes.

10 3. Dénaturation, réduction et renaturation

15 Le culot de sonication contenant les produits insolubles provenant de 1 litre de culture est repris dans 4 ml de solution dénatrante et réductrice (6M guanidine-HCl, 0,1M KH₂PO₄ pH 7,5, 0,1M β-mercaptopropanol). La suspension ainsi obtenue est agitée doucement en tube fermé à 4°C pendant 16 heures. Une solution presque limpide est alors obtenue. Un léger précipité insoluble est éliminé par centrifugation. Une dilution au 1/100 du surnageant est effectuée dans une solution de renaturation (50 mM Tris-HCl pH 8,5, 100 mM NaCl, 1 mM EDTA) et ce mélange est laissé à 4°C pendant 24 heures. La solution est ensuite centrifugée pour éliminer une opalescence blanchâtre. Le surnageant obtenu est concentré environ 100 fois par ultrafiltration (membrane à "cut-off" de 30.000 daltons ; par exemple en utilisant les unités d'ultrafiltration à usage unique Millipore CS-20), de nouveau clarifié par centrifugation puis dialysé contre un tampon phosphate (Na) 20 mM pH 7,5. La protéine fusion cll-SAH (pseudo-pro-SAH) ainsi obtenue est homogène à plus de 90 % d'après une analyse par électrophorèse sur gel de polyacrylamide SDS.

25 4. Conversion de la cll-SAH en SAH mature

25 Une solution de trypsine (préparée par exemple à partir de trypsine lyophilisée pour usage analytique commercialisée par Boehringer Mannheim) est préparée dans la solution de réaction. La cll-SAH est traitée à une concentration, par exemple de l'ordre de 1 mg/ml, avec une quantité de trypsine comprise entre 1/5000 et 1/1000 (rapport massique à la SAH) à 37°C pendant 30 à 60 minutes dans un tampon phosphate (Na) 50 mM pH 7,5, 50 μM CaCl₂.

30 5. Vérification de la coupure

35 Il est possible de suivre la réaction de conversion par la trypsine sur un gel de polyacrylamide non dénatrurant (figure 8). A cause de la présence de plusieurs acides aminés chargés positivement dans l'hexapeptide N-terminal, la migration électrophorétique de la cll-SAH est plus lente sur ce type de gel que celle de la SAH native. Sur la figure 4, on peut voir que la SAH commerciale n'est pas codifiée de façon appréciable par la trypsine dans la gamme de concentrations utilisée. Par contre, la cll-SAH est convertie par l'action de la trypsine en une molécule qui co-migre avec la SAH commerciale. La séquence N-terminale de cette protéine modifiée 40 par la trypsine a été examinée par dégradation de Edman et les résultats obtenus confirment bien que le site de protéolyse est situé après le dipeptide Lys-Arg, à la fin de la partie cll de la protéine hybride. La protéine ainsi générée possède l'acide aspartique comme résidu N-terminal ; elle est donc identique à la SAH d'origine naturelle.

45 Dans la demande de brevet européen EP 86400618.4, publiée sous le numéro 200590, au nom de la demanderesse, a été décrite la construction du plasmide "pXL288". Après introduction dans une souche appropriée d'E.coli, ce plasmide (figure 9) permet l'expression à haut niveau d'une protéine hybride, non maturée in vivo, constituée par la fusion entre le peptide signal de la pénicilline G amidase (PAM) (EC 3.5.11 ; pénicilline aminohydrolase) de E.coli et la SAH mature.

50 Le plasmide "pXL288" est caractérisé en ce qu'il contient le promoteur Ptp de l'opéron tryptophane de E.coli en amont du promoteur de la PAM, le site de fixation des ribosomes du gène de la PAM, le codon d'initiation ATG et les nucléotides du peptide signal de la PAM fusionnés avec le gène de structure de la SAH.

55 L'extrémité N-terminale du peptide leader de la PAM contient une séquence de 5 acides aminés basiques. Cette basicité constitue une des caractéristiques générales d'un peptide signal de sécrétion (M.E.E. Watson, Nuc. Acids. Res., 12, p. 5145 et suivantes). Il a maintenant été trouvé que les 6 premiers acides aminés de ce peptide signal (Met Lys Asn Arg Asn Arg, "PAM 1") peuvent jouer le rôle de séquence "pseudo-pro".

Dans ce but, les nucléotides correspondant aux acides aminés 7 à 26 du peptide leader de la PAM ont été supprimés afin de fusionner exactement la séquence "PAM1" à la séquence de la SAH mature en utilisant la technique de suppression dirigée par oligonucléotide décrite précédemment (figure 9). L'oligonucléotide per-

mettant de réaliser cette suppression est représenté par la figure 11A. La séquence modifiée est ensuite substituée dans le plasmide "pXL288" pour donner le plasmide "pXL641" dont la structure est la suivante : "EcoR1-Ptrp-Sall-[Promoteur PAM-RBS PAM-séquence nucléotidique codant pour PAM1]-gène SAH".

5 Deux dérivés de la séquence "PAM1" sont construits par mutagénèse dirigée par oligonucléotide, après sous-clonage dans le bactériophage M13mp18amIV, selon la méthode décrite par P. CARTER et coll., Nucl. Acids Res., 1985, 13, p.4431 et suivantes. Les oligonucléotides permettant de réaliser cette mutagénèse sont représentés dans les figures 11B et 11C. Après reconstruction, deux plasmides analogues au plasmide "pXL641" contenant les séquences codant pour "PAM2" (Met Lys Asn Arg Lys Arg- ; plasmide "pXL740") et "PAM3" (Met Lys Lys Arg Lys Arg- ; plasmide "pXL741") sont obtenus (figure 10).

10 Après introduction des plasmides "pXL641", "pXL740" et "pXL741" dans une souche appropriée de E.coli telle que E.coli 54125 (Collection de l'Institut Pasteur), on obtient des souches produisant respectivement les protéines hybrides PAM1-SAH, PAM2-SAH et PAM3-SAH à des taux de l'ordre de 5 à 10 mg/l de milieu pour une absorbance de 1 à 610 nm en opérant dans les conditions décrites dans la demande de brevet européen EP 86400618.4 (200590).

15 15 La protéine hybride se trouve dans la fraction insoluble du lysat cellulaire et peut être renaturée et partiellement purifiée selon les méthodes décrites précédemment. Chaque protéine hybride obtenue après renaturation peut être convertie en SAH mature par digestion ménagée au moyen d'une concentration optimisée de trypsin dans les conditions décrites précédemment.

20 20 Conformément aux dispositions du Traité de Budapest, ont été déposés au CBS à Baam (Pays-Bas) le 3 février 1987 :

- Un échantillon du microorganisme E.coli E103S (pRK 248 cl^b) contenant le plasmide pXL 462 (souche G-1398) sous le numéro CBS 143-87.
- Un échantillon du microorganisme E.coli B contenant le plasmide pXL 641 (souche G-2083) sous le numéro CBS 144-87.
- 25 – Un échantillon du microorganisme E.coli B contenant le plasmide pXL 740 (souche G-2146) sous le numéro CBS 145-87.
- Un échantillon du microorganisme E.coli B contenant le plasmide pXL 741 (souche G-2147 sous le numéro CBS 146-87.

30

Revendications

1. Procédé de préparation de la sérum-albumine humaine mature caractérisé en ce que :

- dans une première étape on prépare une protéine hybride contenant une extension peptidique N-terminale hydrophile de 5 à 8 acides aminés, et de préférence 6 à 7, terminée par un site de coupure par la trypsin, fusionnée avec la séquence peptidique de la sérum-albumine humaine mature, par culture d'une souche d'E.coli capable d'assurer le maintien d'un plasmide contenant la séquence nucléotidique codant pour ladite protéine hybride, dont l'expression est contrôlée par un promoteur bactérien inductible,
- dans une deuxième étape, on convertit la molécule dénaturée et insoluble ainsi obtenue en molécule renaturée et soluble, en utilisant une méthode de dénaturation et renaturation permettant un réarrangement des structures secondaire et tertiaire de la chaîne polypeptidique, et
- dans une troisième étape, on convertit cette protéine hybride par la trypsin en une protéine identique en structure primaire à la sérum-albumine humaine mature.

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que les codons codant pour l'extension peptidique

45 N-terminale sont choisis parmi les sept premiers codons du gène cII du bactériophage lambda et les six premiers codons du gène de la pénicilline amidase éventuellement transformés par mutagénèse dirigée.

3. Le plasmide "pXL462" déposé sous le numéro CBS 143-87 caractérisé en ce qu'il contient le promoteur P_L, le site de fixation des ribosomes du gène cII privé du signal de terminaison de la transcription tR1, le codon d'initiation ATG et les six premiers codons du gène cII fusionnés avec le gène de structure de la sérum-albumine humaine mature.

4. Le plasmide "pXL641" déposé sous le numéro CBS 144-87 caractérisé en ce qu'il contient le promoteur Ptrp suivi du promoteur de la pénicilline amidase, le site de fixation des ribosomes du gène de la pénicilline amidase et les six premiers codons du gène de la pénicilline amidase fusionnés avec le gène de structure de la sérum-albumine humaine mature.

5. Le plasmide "pXL740" déposé sous le numéro CBS 145-87 caractérisé en ce qu'il contient le promoteur Ptrp suivi du promoteur de la pénicilline amidase, le site de fixation des ribosomes du gène de la pénicilline amidase et les six premiers codons d'un gène de la pénicilline amidase modifié par mutagénèse dirigée codant pour le polypeptide Met-Lys-Asn-Arg-Lys-Arg fusionnés avec le gène de structure de la sérum-albumine

humaine mature.

6. Le plasmide "pXL741" déposé sous le numéro 146-87 caractérisé en ce qu'il contient le promoteur P_{trp} suivi du promoteur de la pénicilline amidase, le site de fixation des ribosomes du gène de la pénicilline amidase et les six premiers codons d'un gène de la pénicilline amidase modifié par mutagénèse dirigée codant pour le polypeptide Met-Lys-Lys-Arg-Lys-Arg fusionnés avec le gène de structure de la sérum-albumine humaine mature.

7. La protéine hybride comprenant une extension peptidique N-terminale hydrophile de 5 à 8 acides aminés, et de préférence 6 à 7, terminée par un site de coupure par la trypsine, fusionnée avec la séquence peptidique de la sérum-albumine humaine mature lorsqu'elle est obtenue par culture d'une souche d'E. Coli selon la revendication 1.

8. La protéine hybride selon la revendication 7 comprenant à l'extrémité N-terminale les sept premiers acides aminés de la protéine cll de bactériophage lambda, (Met)-Val-Arg-Ala-Asn-Lys-Arg, fusionnés avec la séquence peptidique de la sérum-albumine humaine mature lorsqu'elle est obtenue par culture d'une souche d'E. Coli capable d'assurer le maintien du plasmide "pXL462" défini dans la revendication 3.

9. La protéine hybride selon la revendication 7 comprenant à l'extrémité N-terminale les six premiers acides aminés de la pénicilline amidase, Met-Lys-Asn-Arg-Asn-Arg, fusionnés avec la séquence peptidique de la sérum-albumine humaine mature, lorsqu'elle est obtenue par culture d'une souche d'E. Coli capable d'assurer le maintien du plasmide "pXL641" défini dans la revendication 4.

10. La protéine hybride selon la revendication 7 comprenant à l'extrémité N-terminale les six premiers acides aminés d'une pénicilline amidase N-terminale modifiée par mutagénèse dirigée, Met-Lys-Asn-Arg-Lys-Arg, fusionnés à la séquence peptidique de la sérum-albumine humaine mature, lorsqu'elle est obtenue par culture d'une souche d'E. coli capable d'assurer le maintien du plasmide "pXL740" défini dans la revendication 5.

11. La protéine hybride selon la revendication 7 comprenant à l'extrémité N-terminale les six premiers acides aminés d'une pénicilline amidase modifiée par mutagénèse dirigée, Met-Lys-Lys-Arg-Lys-Arg, fusionnés avec la séquence peptidique de la sérum-albumine humaine mature, lorsqu'elle est obtenue par culture d'une souche d'E. coli capable d'assurer le maintien du plasmide "pXL741" défini dans la revendication 6.

Claims

1. Process for the preparation of mature human serum albumin, characterised in that:
 - in a first stage a hybrid protein is prepared containing a hydrophilic N-terminal peptide extension containing 5 to 8, and preferably 6 to 7, amino acids, terminated by a site for cutting with trypsin, which is fused with the peptide sequence of mature human serum albumin, by culture of a strain of E. coli capable of ensuring the conservation of a plasmid containing the nucleotide sequence coding for the said hybrid protein, whose expression is controlled by an inducible bacterial promoter,
 - in a second stage the denatured and insoluble molecule thus obtained is converted into a renatured and soluble molecule by using a denaturing and renaturing method permitting a rearrangement of the secondary and tertiary structures of the polypeptide chain, and
 - in a third stage this hybrid protein is converted by trypsin into a protein identical in primary structure to mature human serum albumin.
2. Process according to Claim 1, characterised in that the codons coding for the N-terminal peptide extension are chosen from the first seven codons of the lambda bacteriophage cll gene and the first six codons of the penicillin amidase gene, optionally transformed by directed mutagenesis.
3. The plasmid "pXL462" deposited under number CBS 143-87, characterised in that it contains the P_L promoter, the ribosome binding site of the cll gene deprived of the tR1 transcription termination signal, the ATG initiation codon and the first six codons of the cll gene fused with the structural gene of mature human serum albumin.
4. The plasmid "pXL641" deposited under number CBS 144-87, characterised in that it contains the P_{trp} promoter followed by the penicillin amidase promoter, the ribosome binding site of the penicillin amidase gene and the first six codons of the penicillin amidase gene which are fused with the structural gene of mature human serum albumin.
5. The plasmid "pXL740" deposited under number CBS 145-87, characterised in that it contains the P_{trp} promoter followed by the penicillin amidase promoter, the ribosome binding site of the penicillin amidase gene and the first six codons of a penicillin amidase gene modified by directed mutagenesis coding for the Met-Lys-Asn-Arg-Lys-Arg polypeptide fused with the structural gene of mature human serum albumin.
6. The plasmid "pXL741" deposited under number 146-87, characterised in that it contains the P_{trp} promoter followed by the penicillin amidase promoter, the ribosome binding site of the penicillin amidase gene and

the first six codons of a penicillin amidase gene modified by directed mutagenesis coding for the Met-Lys-Lys-Arg-Lys-Arg polypeptide fused with the structural gene of mature human serum albumin.

7. The hybrid protein comprising a hydrophilic N-terminal peptide extension containing 5 to 8, and preferably 6 to 7, amino acids, terminated by a site for cutting with trypsin, which is fused with the peptide sequence of mature human serum albumin, when it is produced by culture of a strain of E.coli according to Claim 1.

8. The hybrid protein according to Claim 7, comprising at the N-terminal end the first seven amino acids of the lambda bacteriophage cII protein, (Met)-Val-Arg-Ala-Asn-Lys-Arg, which are fused with the peptide sequence of mature human serum albumin, when it is produced by culture of a strain of E.coli capable of ensuring the conservation of the plasmid "pXL462" defined in Claim 3.

10. The hybrid protein according to Claim 7, comprising at the N-terminal end the first six amino acids of penicillin amidase, Met-Lys-Asn-Arg-Asn-Arg, fused with the peptide sequence of mature human serum albumin, when it is produced by culture of a strain of E.coli capable of ensuring the conservation of the plasmid "pXL641" defined in Claim 4.

15. The hybrid protein according to Claim 7, comprising at the N-terminal end the first six N-terminal amino acids of a penicillin amidase modified by directed mutagenesis, Met-Lys-Asn-Arg-Lys-Arg, fused to the peptide sequence of mature human serum albumin, when it is produced by culture of a strain of E.coli capable of ensuring the conservation of the plasmid "pXL740" defined in Claim 5.

20. The hybrid protein according to Claim 7, comprising at the N-terminal end the first six amino acids of a penicillin amidase modified by directed mutagenesis, Met-Lys-Lys-Arg-Lys-Arg, fused with the peptide sequence of mature human serum albumin, when it is produced by culture of a strain of E.coli capable of ensuring the conservation of the plasmid "pXL741" defined in Claim 6.

Patentansprüche

25. 1. Verfahren zur Herstellung von reifem menschlichem Serum-albumin, dadurch gekennzeichnet, daß man – in einer ersten Stufe ein Hybridprotein herstellt, das eine hydrophile N-endständige Peptidverlängerung von 5 bis 8, vorzugsweise 6 bis 7 Aminosäuren, abgeschlossen durch eine Trypsinschnittstelle, fusioniert mit der Peptidsequenz des reifen menschlichen Serumalbumins, herstellt durch Züchtung eines Stammes von E.coli, der den Bestand eines Plasmids zu gewährleisten vermag, das die für das Hybridprotein, dessen Expression durch einen induzierbaren bakteriellen Promotor regelbar ist, codierende Nukleotidsequenz enthält,

30. – in einer zweiten Stufe das so erhaltene denaturierte und unlösliche Molekül in ein renaturiertes und lösliches Molekül umwandelt, indem man eine Denaturierungs- und Renaturierungs-methode anwendet, die eine Umlagerung sekundärer und tertiärer Strukturen der Polypeptidkette ermöglicht, und

35. – in einer dritten Stufe dieses Hybridprotein mit Trypsin in ein Protein umwandelt, das in der Primärstruktur dem reifen menschlichen Serumalbumin identisch ist.

40. 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die die N-endständige Peptidverlängerung codierenden Codons aus gewählt sind aus den sieben ersten Codons des Gens cII des Bakteriophagen Lambda und den sechs ersten Codons des Gens von Penicillinamidase, gegebenenfalls transformiert durch gerichtete Mutagenese.

45. 3. Plasmid "pXL462", hinterlegt unter der Nummer CBS 143-87, dadurch gekennzeichnet, daß es den Promotor P_L , die Bindestelle der Ribosomen des Gens cII, abgeschlossen durch das Transkriptionsterminations-signal tR1, das Startcodon ATG und die sechs ersten Codons des Gens cII, fusioniert mit dem Strukturen des reifen menschlichen Serumalbumins, enthält.

50. 4. Plasmid "pXL641", hinterlegt unter der Nummer CBS 144-87, dadurch gekennzeichnet, daß es den Promotor P_{trp} , gefolgt vom Promotor der Penicillinamidase, die Bindestelle der Ribosomen des Gens der Penicillinamidase und die sechs ersten Codons des Gens der Penicillinamidase, fusioniert mit dem Strukturen des reifen menschlichen Serumalbumins, enthält.

55. 5. Plasmid "pXL740", hinterlegt unter der Nummer CBS 145-87, dadurch gekennzeichnet, daß es den Promotor P_{trp} , gefolgt vom Promotor der Penicillinamidase, die Bindestelle der Ribosomen des Gens der Penicillinamidase und die sechs ersten Codons des Gens der durch gerichtete Mutagenese modifizierten Penicillinamidase, die für das Polypeptid Met-Lys-Asn-Arg-Lys-Arg codieren, fusioniert mit dem Strukturen des reifen menschlichen Serumalbumins, enthält.

60. 6. Plasmid "pXL741", hinterlegt unter der Nummer CBS 146-87, dadurch gekennzeichnet, daß es den Promotor P_{trp} , gefolgt vom Promotor der Penicillinamidase, die Bindestelle der Ribosomen des Gens der Penicillinamidase und die sechs ersten Codons eines Gens der durch gerichtete Mutagenese modifizierten Penicillinamidase, die für das Polypeptid Met-Lys-Lys-Arg-Lys-Arg codieren, fusioniert mit dem Strukturen

des reifen menschlichen Serumalbumins, enthält.

7. Hybridprotein, umfassend eine hydrophile N-endständige Peptidverlängerung von 5 bis 8, vorzugsweise 6 bis 7 Aminosäuren, abgeschlossen durch eine Trypsinschnittstelle, fusioniert mit der Peptidsequenz reifen menschlichen Serum-albumins, erhalten durch Züchtung eines Stammes von E.coli nach Anspruch 1.

5 8. Hybridprotein nach Anspruch 7, umfassend am N-endständigen Ende die sieben ersten Aminosäuren des Proteins cII des Bakteriophagen Lambda, (Met)-Val-Arg-Ala-Asn-Lys-Arg, fusioniert mit der Peptidsequenz des reifen menschlichen Serumalbumins, erhalten durch Züchtung eines Stammes von E.coli, der den Bestand des im Anspruch 3 definierten Plasmids "pXL462" zu gewährleisten vermag.

10 9. Hybridprotein nach Anspruch 7, umfassend am N-endständigen Ende die sechs ersten Aminosäuren der Penicillinamidase, Met-Lys-Asn-Arg-Asn-Arg, fusioniert mit der Peptidsequenz des reifen menschlichen Serumalbumins, erhalten durch Züchtung eines Stammes von E.coli, der den Bestand des im Anspruch 4 definierten Plasmids "pXL641" zu gewährleisten vermag.

15 10. Hybridprotein nach Anspruch 7, umfassend am N-endständigen Ende die sechs ersten Aminosäuren der durch gerichtete Mutagenese modifizierten Penicillinamidase, Met-Lys-Asn-Arg-Lys-Arg, fusioniert mit der Peptidsequenz des reifen menschlichen Serumalbumins, erhalten durch Züchtung eines Stammes von E.coli, der den Bestand des im Anspruch 5 definierten Plasmids "pXL740" zu gewährleisten vermag.

20 11. Hybridprotein nach Anspruch 7, umfassend am N-enständigen Ende die sechs ersten Aminosäuren der durch gerichtete Mutagenese modifizierten Penicillinamidase, Met-Lys-Lys-Arg-Lys-Arg, fusioniert mit der Peptidsequenz des reifen menschlichen Serumalbumins, erhalten durch Züchtung eines Stammes von E.coli, der den Bestand des im Anspruch 6 definierten Plasmids "pXL741" zu gewährleisten vermag.

25

30

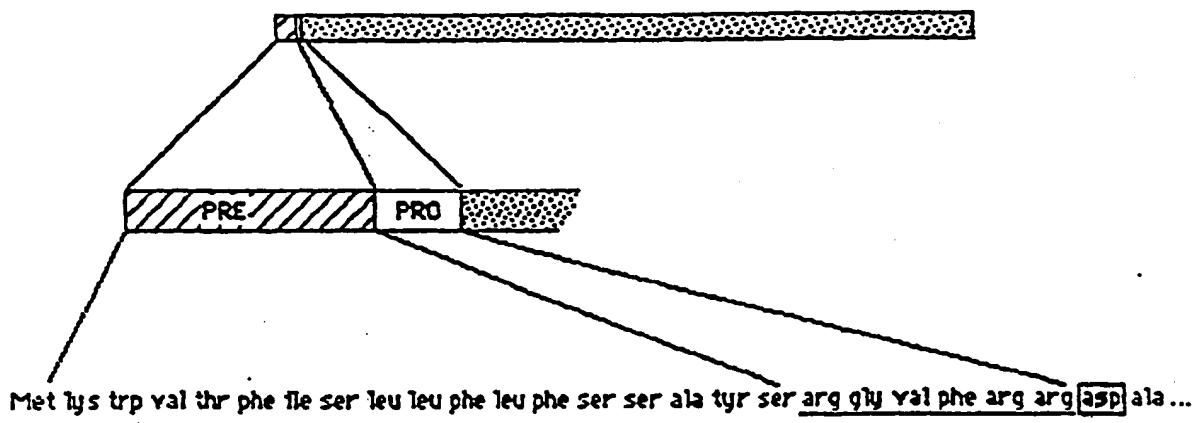
35

40

45

50

55



1

STRUCTURE DE LA "PREPRO-SAH"

FIGURE 1

Carte de restriction du gène de l'albumine humaine et position des insertions

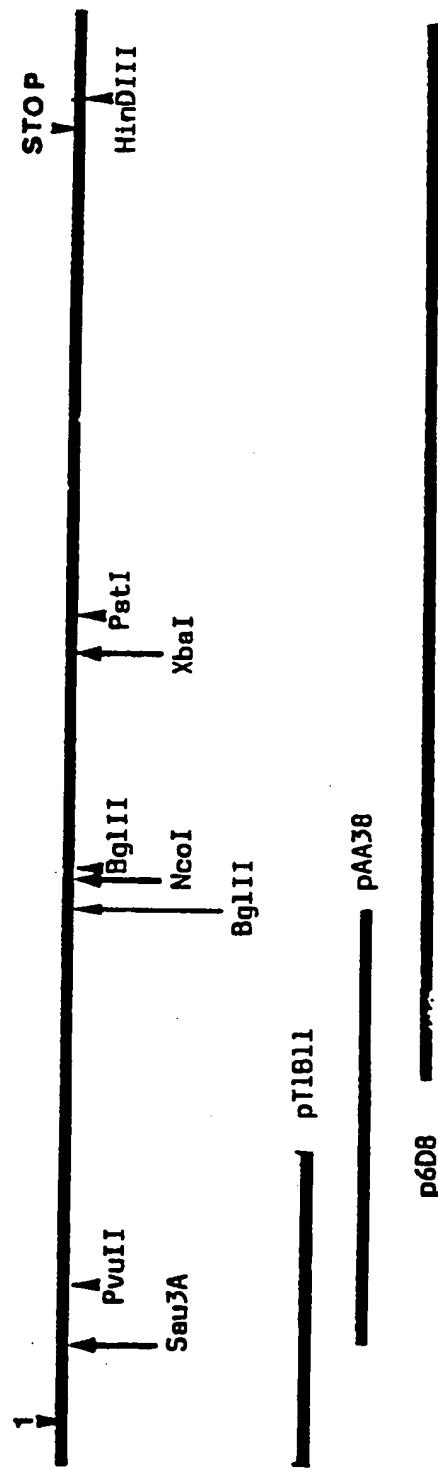


Figure 2

Le chiffre 1 correspond au 1er acide aminé de l'albumine humaine.
 L'insertion du plasmide "pT1B11" s'étend au-delà de l'extrémité 5',
 vers la séquence de la proalbumine.

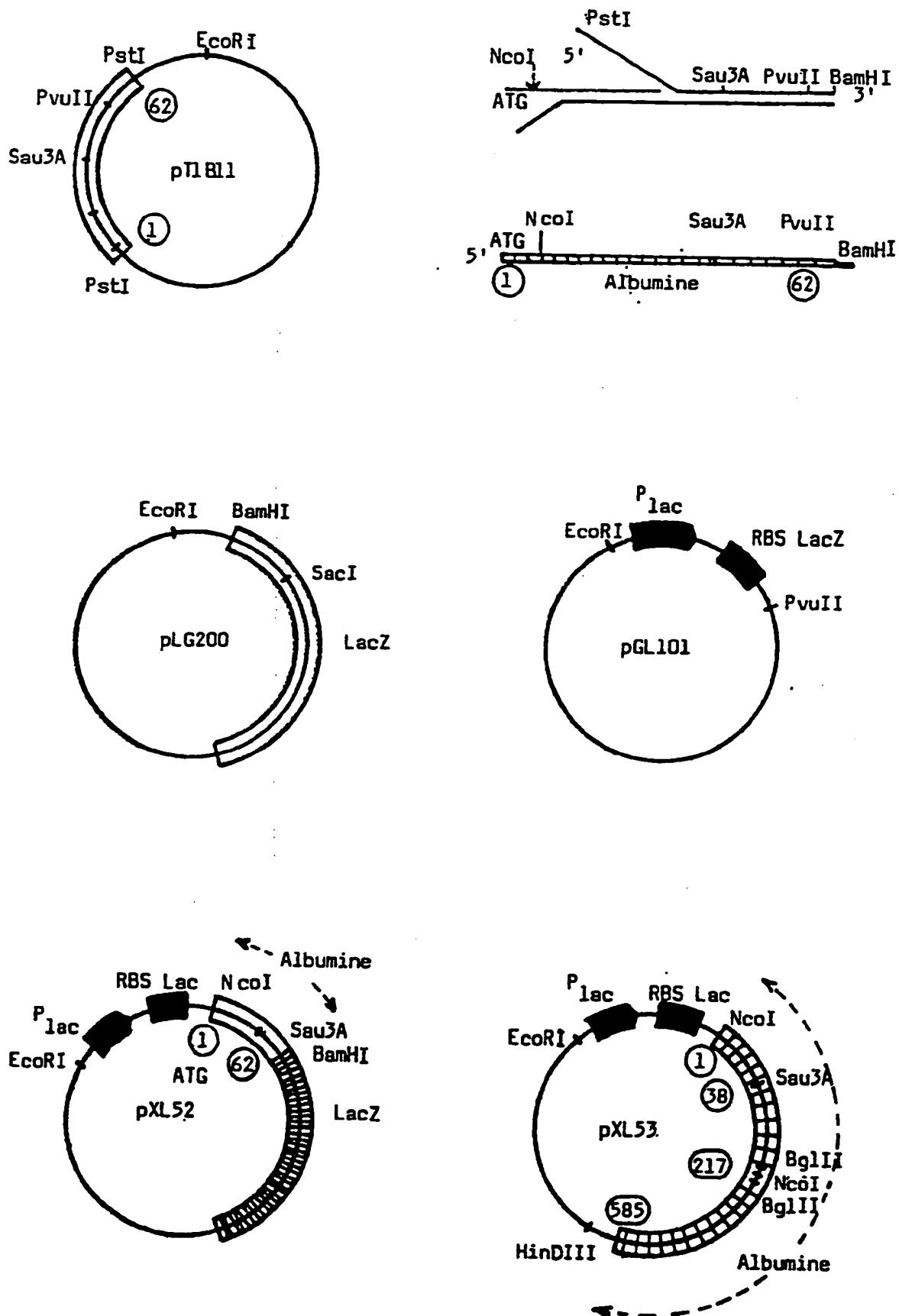


Figure 3

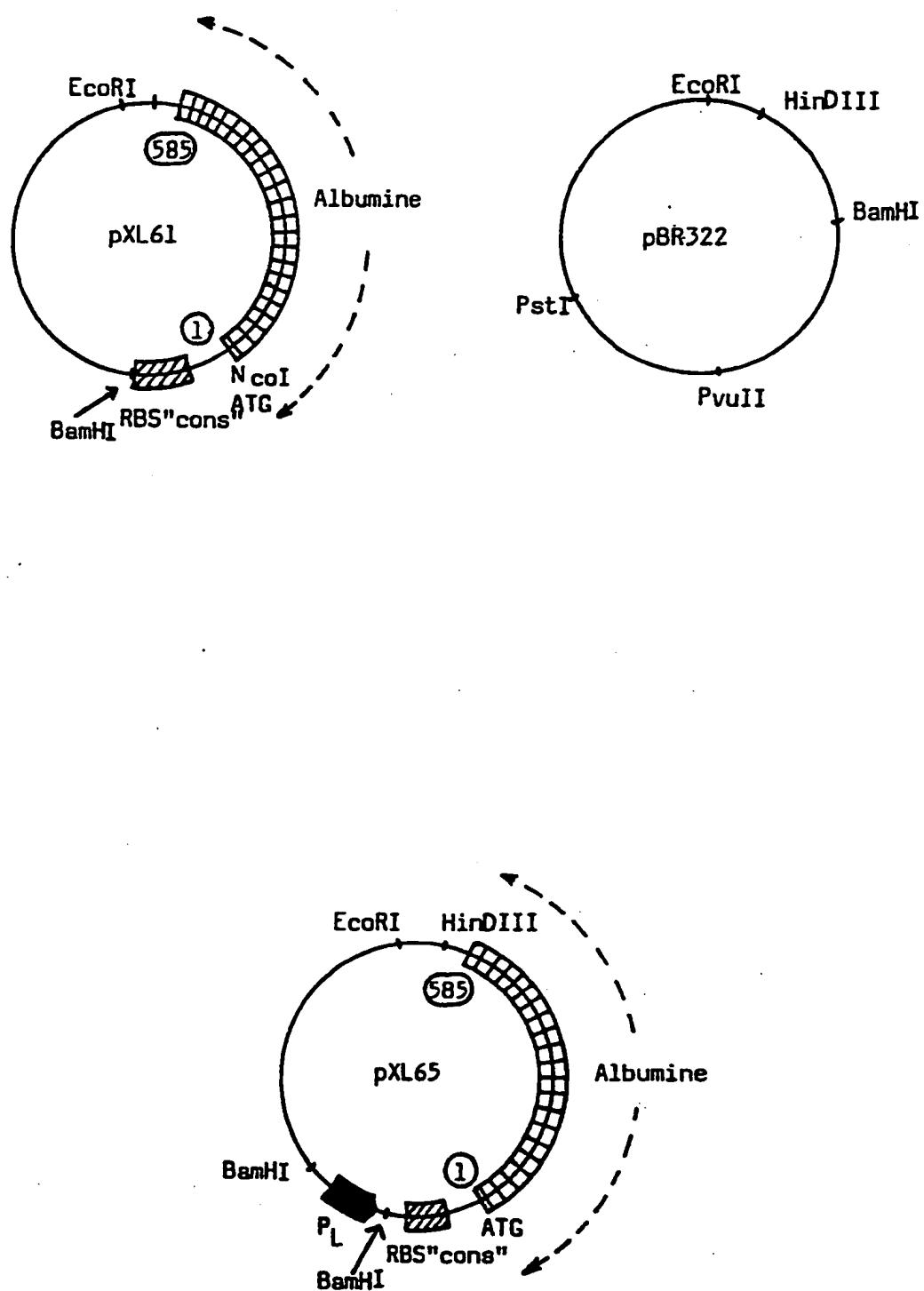


Figure 3

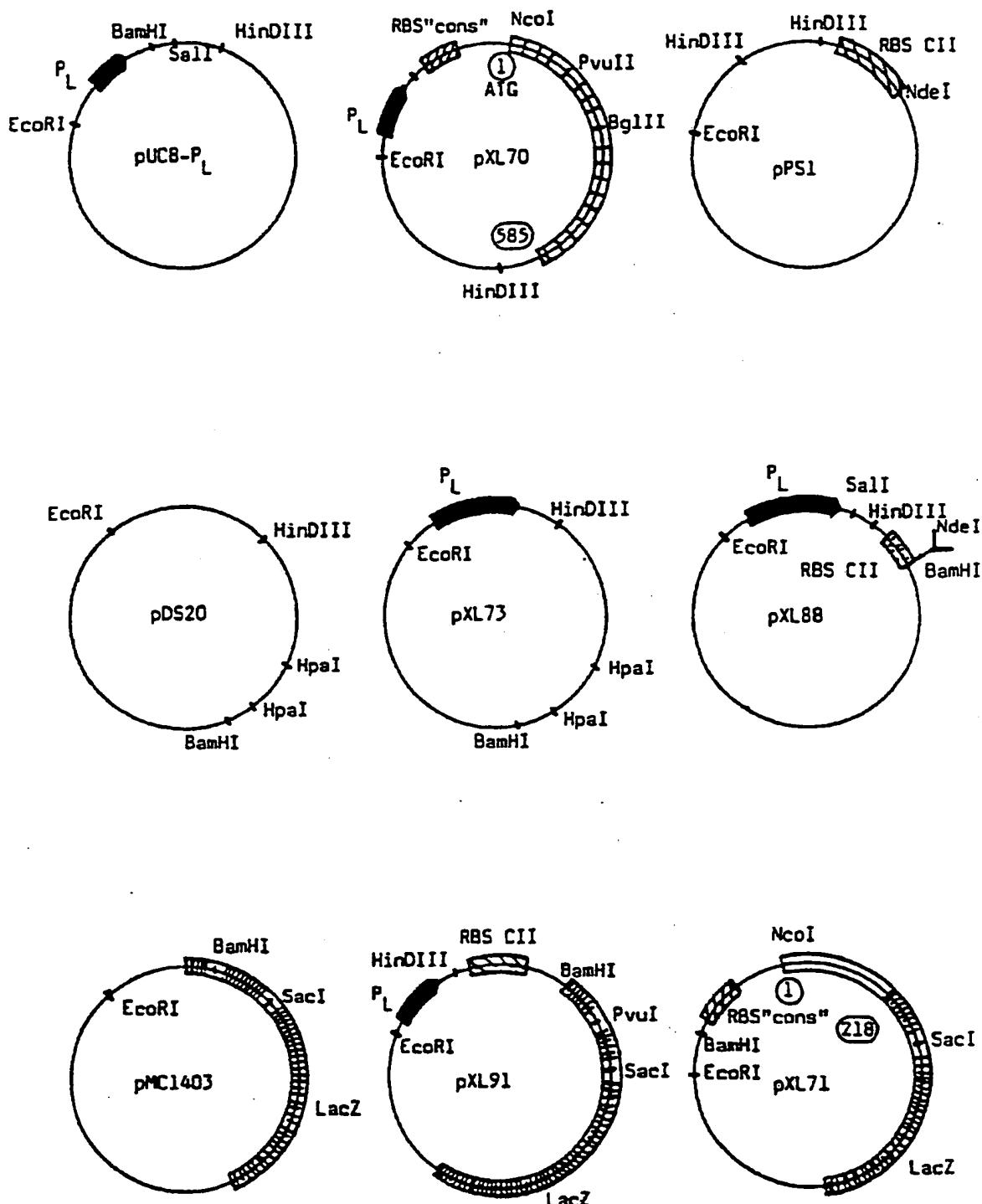


Figure 3

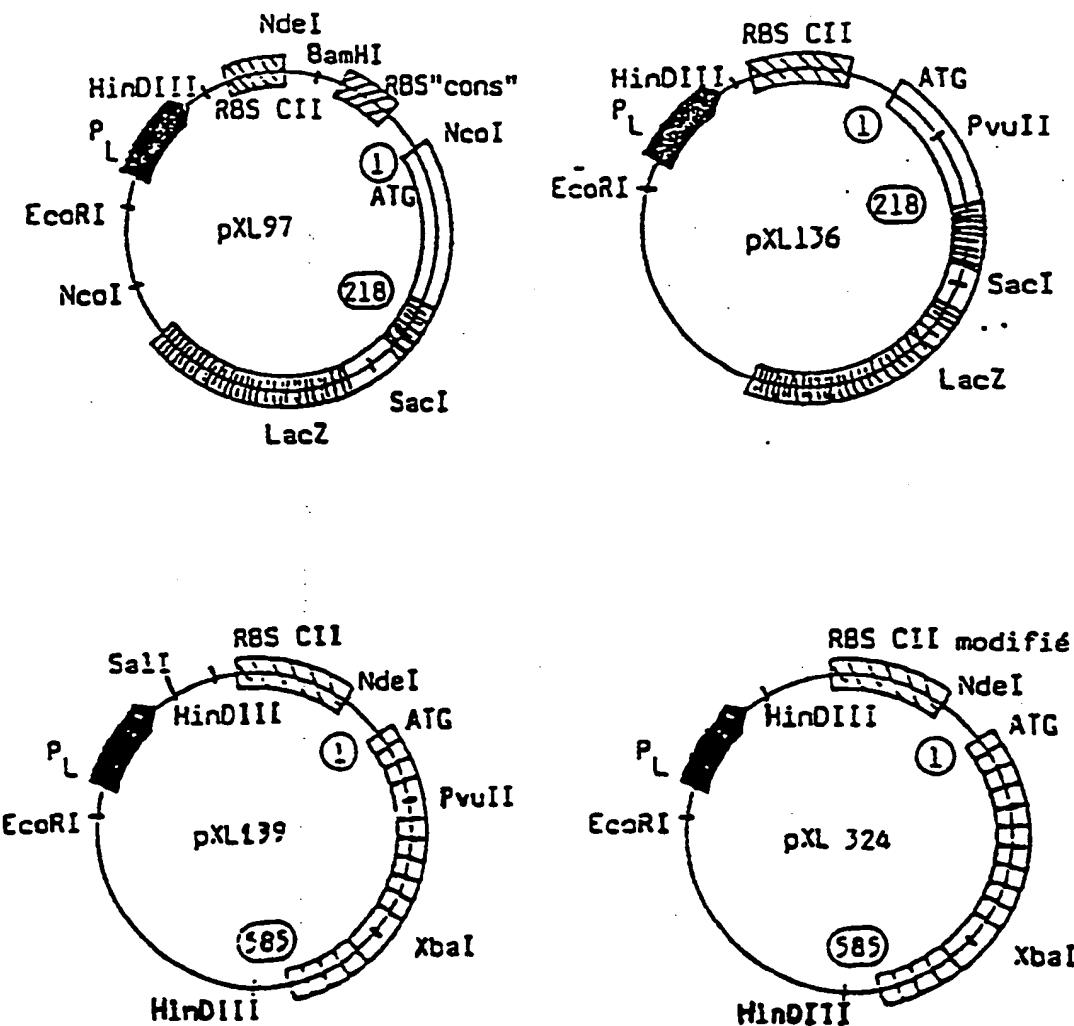


FIGURE 3

SEQUENCE DE L'INSERTION DÉ PXL53

Figure 4

250 260 270 280 290 300 310 320
 TGAATGAACTTAACTGCAAAACATGCTGAGTCAGCTGAAATTGTGACAAATCACTTCATACCCCTT
 ACTTACTTCACTTAAACGCTTTTGTACACAAACGACTACTCAAGTCAGTTAACACTGTGTAGTGAAGTATGGAA

 330 340 350 360 370 380 390 400
 TTTGGAGACAAATTATGCCAACTTCAGCTTGCAGAAACCTATGGTGAATGGCTGACTGCTGTGCAAAACAAAGAACCT
 AAACCTCTCTTTAACTGCTGCAACGTTGAGAAAGCACTTACCGACTTACCGACACGTTTGTCTTC

 410 420 430 440 450 460 470 480
 TGAGAGAAATGAATGCTTCTTCAACACAAAGATGACAATCCAATTCGAGACCAGAGGTTCATGCTGA
 ACTCTCTTACTTACGAAAGAACCTTGTGTCTACTGTTAGGTTAGGEEGCTAACCCACTCTGGTCTCCAAACCTACACT

 490 500 510 520 530 540 550 560
 TCTGCACTGCTTTCATGCCAAATGAAAGAGACATTGTGAAAAAATACTTATGAAATTGCCAGAAAGACATCTTACCTTACCTT
 ACACGGTACGAAAGTACTGTTACTCTCTGTAACAAACTTTTATGAATACTTTAACCGTTCTGTAGGAATGAAA

Figure 4 (suite)

570 500 590 600 610 620 630 640
 TATGCCCGAACTTCTTGTAAAGGTATAAAGCTGCTTTACAGAATGTGCGCAAGCTGCTGAAAGCAGC
 ATACGGGGCCTTGAGGAAAGAAACGATTTCCATATTTCGACCAAAATGCTTACAAACGGTCAAGGACTATTCCGCG

 650 660 670 680 690 700 710 720
 CTCCTCTGCAGACTCGATGAACTGGGATGAAGGGAAAGGCTTCGCTCGCCAAACAGAGACTCAAGTGTGCCAGTC
 GATTCACAAACGGTTTCGAGCTACTTGAAGGCCCTACTTCCCTTCCGAAGGAGACGCTTGTCTGAGTTCAACGGTCAAG

 730 740 750 760 770 780 790 800
 TCCAAATTTGCAGAAAGGAGCTTCAAGCATGGCAGTAGCTGCCCTGAAGCCAGAGATTCCCAAAGCTGAGTTGCA
 AGCTTTAAACCTCTTCTGAAAGTTCTGATCCGGGACTCGGTCTCTAAGGGTTTGACTCAAAACCT

 810 820 830 840 850 860 870 880
 GAAGTTCCAAAGTTAAGTGACAGATCTTACCAAAACTCCACAGGAATGCTGCCATGAGATCTGCTGAATGCTGATGA
 CTTCAAAAGGTTCAATCACTGTCTACAAATGGTTTCAAGCTGCTTACGGACGGTACCTCTAGACGAACTTACACGACTACT

Figure 4 (suite)

870 900 910 920 930 940 950 960
 CAGGGGGACCTGCCAAGTATACTGTGAAATCAAGATTCTCGATCTCCAGTAAACTGAAGGAATGCTGTGAAAAACCTC
 GTCCCCGCTGGAACCGGTTCATATAGACACTTTAGTTAGGCTCATTGACTCTTACGACACTTTGGAG

 970 980 990 1000 1010 1020 1030 1040
 TTTGGAAATCCCACTGCCGAACTGCCGAAAGTGGAAATGAGATGAGATGGCTGACTTGCCCTCATTAGCGGCTGATT
 ACAACCTTTAGGGTCACTTAACGGCTTCACTTTACTACTCTACGGACGACTGAAACGGAAACTAACTCCGAACTAAAA

 1050 1060 1070 1080 1090 1100 1110 1120
 GTGAAAGTAAGCATGTTGCAAAACTATGCTGAAGGATGCTCTGGCATGTTTGTATGAATAATGCAAG
 CAACTTCACTTCAAAACGTTTGTATAGGACTGGCTTCCATAGAAGAACCCGTAACAAAACATACTTACCTTC

 1130 1140 1150 1160 1170 1180 1190 1200
 AGGGCATCCTGATTAACTCTGCTGAGACTGCTGCTGAGACTGCTGCTGCAAGACATATGAAACCACTAGAGAACGCTGCTGCG
 TTCCGTAGGACTAATGAGACAGCATGACGACGACTCTGAAACGGCTGACTTGTGAGATCTCTGATACTTGTGAGATCTCTGAG

Figure 4 (suite)

1210 1220 1230 1240 1250 1260 1270 1280
 CTCAGATCCTCATGAATGCTATGCCAAACTGTTGATGAATTAAACCTCTTATGGAAGAGCCTCAGAATTAAATCAA
 GACGCTCTAGGAGTACTTACGATAACGCTTCACAAGCTAAATTGGAGAATAACCTTCTCGGAGACTCTAAATTAGTT

 1290 1300 1310 1320 1330 1340 1350 1360
 CAAATTGAGCTTTGAGGCAAGCTGAGAGTACAATTCCAGAATGCCGTTAGCTTACACCAAGGAAAGTACCC
 GTTTAACACTGAAAACACTCGTCAACCTCTCATCTTAAAGCTCTTACCCGATAATCAAGCAATGCGTTCTTCATGG

 1370 1380 1390 1400 1410 1420 1430 1440
 CCAAGTGTCAACTCCAACACTCTTAGAGGCTCAAGAAACCTAGGAAAAGTGGCACCAAAATGTTAACATCTCTGAAG
 CCTTCACAGTTGAGGTTGAGAACAVCTCCAGAGTTCTTGATCCTTTCACCCGCTCGTTAACAAACATTCTAGGACTTC

 1450 1460 1470 1480 1490 1500 1510 1520
 CAAAAGAATGCCCTGTGAGAAGCTATCTCTGAGCTTACCCAGTTATGCTGAGAAAACGCCAGTA
 GTTTTCTTACGGGACACGCTCTCTGATAGGACAGACTGGTCAATAACACAAACCTACTCTTTCGCTCAT

Figure 4 (suite)

1530 1540 1550 1560 1570 1580 1590 1600
 AGTACAGAGTCACCAATGCTGCCACAGAAATCCTGGTGAACAGGCCGACCATGCTTTCAAGCTCTGGAAAGTCGATGAAAC
 TCACCTGCTCAGTGSTTACCGAACCTGTTAGGAACCACTTGTCCGCTGGTACGAAAGGAAAGAAAGTCGACCTTCAAGCTACTTGC

 1610 1620 1630 1640 1650 1660 1670 1680
 ATACGTTCCAAAGAGACTTTAATGCTGAAACATTCACTTCACTTCCATGCAAGATAATGCAACTTTCTGAGAAGGGAGAGACAA
 TATGCAAGGGTTCTCAATTACGAACTTTGTAAGTGGAAAGGTAACGCTCTATAACGTCGAAAGACTCTTCCCTCTCTGTT

 1690 1700 1710 1720 1730 1740 1750 1760
 TCAAGAAACAAACTGCACTTGTGAGCTTGTGAAACACAAGGCCAAGGCAACAAAGGAAACTGAAAGCTGTTATGGAT
 AGTTCCTTGTGAGCTGAAACAAACTGAAACACTTGTGAGCTTGTGACTTTCTCGTTGACTTTCTGACAAATACCTA

 1770 1780 1790 1800 1810 1820 1830 1840
 GATTTCGAGCTTTGTAGAGAAAGTGTGCAAGGCTGACCTGCTGCTTGCCTGGAGGACGGTAAAGAAACCTGCT
 CTAAAGGCTCCAAACATCTTCAACGACGGTCTTCAACGACCTTCAACGACCTTCAACGACCTTCAACGACCTTCAACGACCA

Figure 4 (suite)

Figure 4 (suite)

TRADUCTION DU GENE DE L'ALBUMINE HUMAINE DANS pXL53

125	140	155	170	
ATC GAT GCA CAC AAC ACT GAG GTT CCT CAT CGG TTT AAA GAT TTC GAA GAA GAA GAA GAT TTC				
MET ASP ALA HIS LYS HIS .SER GLU VAL ALA HIS ARG PHE LYS ASP LEU GLY GLU GLU ASN PHE				
①				
185	200	215	230	
AAA GCC TTC GTC TTG ATT GCC TTT GCT CAG TAT CTT CAG CAG TGT CCA TTT GAA GAT CAT				
LYS ALA LEU VAL LEU ILE ALA PHE ALA GLU TYR LEU GLN GLN CYS PRO PHE GLU ASP HIS				
245	260	275	290	
GTA AAA TTA GTC ATT GAA GTC ACT GAA TTT GCA AAA AAA TCA TGT GTC GAT GAG GAG TCA GCT				
VAL LYS LEU VAL ASN GLU VAL TIR GLU PHE ALA LYS TIR CYS VAL ALA ASP GLU SER ALA				
305	320	335	350	
CAA ATT TCT GAC AAA TCA CTT CAT ACC CTT TTT GCA GAC AAA TTA TCC ACA GTC GCA ACT				
GLU ASN CYS ASP LYS SER LEU HIS TIR LEU PHE GLY ASP LYS LEU CYS TIR VAL ALA THR				

Figure 5

365	380	395	410	
CTT CGT GAA ACC TAT GGT GAA ATG GCT GAC TGC TGT GCA AAA CAA GAA CCT GAG AGA AAT	LEU ARG GLU THR TYR GLY GLU MET ALA ASP CYS CYS ALA LYS GLN GLU PRO GLU ARG ASN			
425	440	455	470	
GAA TGC TTC TTG GAA CAC AAA GAT GAC AAT CCA AAT GTC CCC CGA TTG GTC AGA CGA GAG	GLU CYS PHE ILE GLN HIS LYS LYS ASP ASN FRO ASN LEU PRO ARG LEU VAL ARG PHE GLU			
485	500	515	530	
GTT GAT GTC ATG TGC ACT GCT TTT CAT GAC AAT GAA GAG ACA TTT TTG AAA AAA TAC TTA	VAL ASP VAL MET CYS THR ALA PHE HIS ASN GLU GLU THR PHE LEU LYS LYS TYR LEU			
545	560	575	590	
TAT GAA ATT GCC AGA AGA CAT CCT TAC TTT TAT GGC CCG GAA CTC CTT TTC TTT GCT AAA	TYR GLU ILE ALA ARG ARG HIS PRO TYR PHE TYR ALA PRO GLU LEU LEU PHE PHE ALA LYS			

Figure 5 (suite)

605	620	635	650	
AGG TAT AAA GCT TTT ACA GAA TGT TGC CAA GCT GCT GAT AAA GCA GGC TGC TGC CTC TGC	ARG TYR LYS ALA ALA PHE THR GLU CYS CYS GLN ALA ALA ASP LYS ALA ALA CYS LEU LEU			
665	680	695	710	
CCA AAG CTC GAT CAA CTT CGG GAT GAA GGC AAG GCT TCG TCT GCG AAA CAG AGA CTC AAG	PRO LYS LEU ASP GLU LEU ARG ASP GLU GLY LYS ALA SER SER ALA LYS GLN ARG LEU LYS			
725	740	755	770	
TGT CCC AGT CTC CAA AAA TTT GGA GAA AGA GCT TTC AAA GCA TGC GCA GCA GCT GGC GTC	CYS ALA SER LEU GLN LYS PHE GLY GLU ARG ALA PHE LYS ALA TRP ALA VAL ALA ARG LEU			
785	800	815	830	
AGC CAG AGA TTT CCC AAA GCT GAG TTT GCA GAA GTC TCC AAG TTA GTC ACA GAT CTC ACC	SER GLN ARG PHE PRO LYS ALA GLU PHE ALA GLU VAL SER LYS LEU VAL THR ASP LEU THR			

Figure 5 (suite)

AAA GTC CAC ACC GAA TGC TGC CAT GGA GAT CTC CTT GAA TGT GAT GAC AGG GCG GAC	845	860	875	890
LYS VAL HIS THR GLU CYS CYS HIS GLY ASP LEU LEU GLU CYS ALA ASP ARG ARG ALA ASP				
CTT GCC AAG TAT ATC TGT GAA AAT GAA GAT TCG ATC TCC AGT AAA CTG AAG GAA TGC TGT	905	920	935	950
LEU ALA LYS TYR ILE CYS GLU ASN GLN ASN GLN ASP SER ILE SER SER LYS LEU LYS GLU CYS CYS				
GAA AAA CCT CTG TTS GAA AAA TCC CAC TGC ATT GCC GAA GTG GAA AAT GAT GAG ATG CCT	965	980	995	1010
GLU LYS PRO LEU LEU GLU LYS SER HIS CYS ILE ALA GLU VAL GLU ASN ASN GLU MET PRO.				
GCT GAC TTG CCT TCA TTA CGG CCT GAT TTT GTT GAA ACT AAG GAT GTT TGC AAA AAC TAT	1025	1040	1055	1070
ALA ASP LEU PRO SER LEU ALA ALA ASP PHE VAL GLU SER LYS ASP VAL CYS LYS ASN ASN TYR				

Figure 5 (suite)

1085	1100	1115	1130
GCT GAG GCA AAG GAT GTC RTC TTG GGC ATG TTT TIG TAT GAA TAT GCA AGA AIG CAT CCT	ALA GLU ALA LYS ASP VAL PHE LEU GLY MET PHE LEU TYR GLU TYR ALA ARG ARG HIS PRO		
1145	1160	1175	1190
GAT TAC TCT GTC GTC CTC CTC AGA CTC GGC AAG ACA TAT GAA ACC ACT CTA GAG AAG	ASP TYR SER VAL VAL LEU LEU ARG LEU ALA LYS THR TYR GLU THR LEU GLU LYS		
1205	1220	1235	1250
TGC TGT GCC GCT GCA GAT CCT CAT GAA TGC TAT GCC TAT GAA TGC TTC GAT GAA TTT AAA CCT	CYS CYS ALA ALA ASP PRO HIS GLU CYS TYR ALA LYS VAL PHE ASP GLU PHE LYS PRO		
1245	1260	1275	1290
CTT ATG GAA GAG CCT CAG AAT TTA ATC AAA CAA AAT TGT GAG CTT TTT GAG CAG CTT GGA	LEU MET GLU GLU PRO GLN ASN CYS GLU LEU PHE GLU GLN LEU GLY		

Figure 5 (suite)

1325	1340	1355	1370	
GAC TAC AAA TTC CAG AAT GCG CTA TTA GTT CGT TAC ACC AAC AAG AAA GCA CCC CAA GCG TCA				
GLU TYR LYS PHE GLN ASN ALA LEU LEU VAL ARG TYR THR LYS LYS VAL PRO GLN VAL GER				
1385	1400	1415	1430	
ACT CCA ACT CTT GTA GAG GTC TCA AGA AAC CTA GCA AAA GTC GAA GCG AGC AAA TGT TGT AAA				
THR PRO THR LEU VAL GLU VAL SER ARG ASN LEU GLY LYS VAL GLY SER LYS CYS CYS CYS LYS				
1445	1460	1475	1490	
CAT CCT GAA GCA AAA AGA ATG CCC TGT GCA GAA GAC TAT CTA TCC GTC GTC CTC AAC AAC				
MIS PRO GLU ALA LYS ARG MET PRO CYS ALA GLU ASP TYR LEU SER VAL VAL LEU ASN GLN				
1505	1520	1535	1550	
TAA TGT GTC TGC CAT GAG AAA AGG CCA GTC AGT GAC AGA GTC ACC AAA TGC TGC ACA GAA				
LEU CYS VAL LEU HIS GLU LYS THR PRO VAL SER ASP ARG VAL VAL THR LYS CYS CYS CYS THR GLU				

Figure 5 (suite)

1545	1580	1595	1610
TCC TTG GTC AAC AGG CGA CCA TCC TTT TCA GCT CTC GAA GTC GAT GAA ACA TAC GTT CCC	SER LEU VAL ASN ARG ARG PRO CYG PHE SER ALA LEU GLU VAL ASP GLU THR TYR VAL PRO		
1625	1640	1655	1670
AAA GAG TTT AAT GCT GAA ACA TTC ACC TTC CAT GCA GAT ATA TGC ACA CTT TCT GAG AAC	LYS GLU PHE ASN ALA GLU THR PHE THR HIS HIS ALA ASP ILE CYS THR LEU SER GLU LYS		
1685	1700	1715	1730
GAG AGA CAA ATC AAG AAA CAA ACT GCA CTT GTC GAG CTT GAG CTT GTC AAA CAC AAG CCC AAG GCA	GLU ARG GLN ILE LYS LYS GLN THR ALA LEU VAL GLU LEU VAL HIS LYS PRO LYS ALA		
1745	1760	1775	1790
ACA AAA GAC CAA CTC AAA GCT GTC GAT GAT TTC GCA GCT TTT GTC GAG AAG TGC TGC	THR LYS GLU GLN LEU LYS ALA VAL MET ASP ASP PHE ALA ALA PHE VAL GLU LYS CYS CYS		

Figure 5 (suite)

1805	1820	1835	1850
AAG GCT GAC GAT AAG GAA ACC TGC TTT GCC GAG GAG GGT AAA AAA CTT GCT GCA ACT			
LYS ALA ASP ASP LYS GLU THR CYS PHE ALA GLU GLU GLY LYS LEU VAL ALA ALA SER			
1845	1860	1875	1895
CAA GCT GCC TTA GGC TTA TAA CAT CAC ATT TAA AAG CAT CTC AGC CTA CCA			
GLN ALA ALA LEU GLY LEU			
585 - STOP			

Figure 5 (suite)

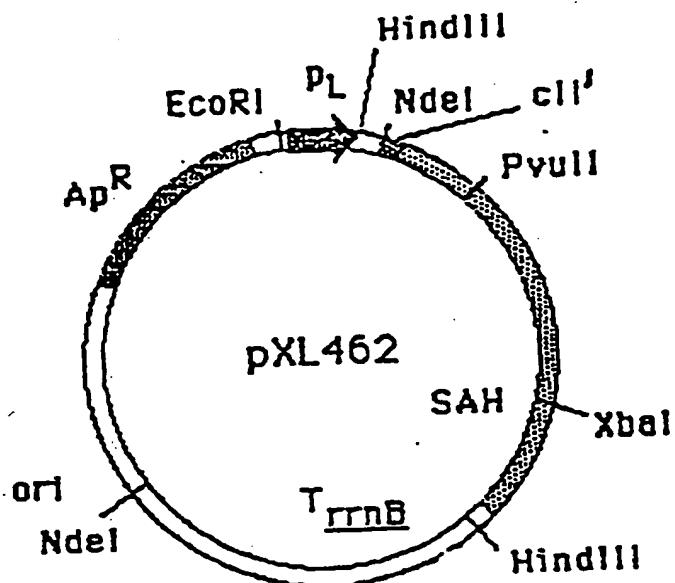
A. Oligonucléotide codant pour les 6 premiers codons du gène cII

Met Val Arg Ala Asn Lys Arg
 5'-AGCTTCATATGGTTCGTGCAAAACAAACGCG-3'
 3'-AGTATACCAAGCACGTTTGTTCGCGAGCT-5'

B. Oligonucléotide utilisé pour la Mutagénèse par délétion.

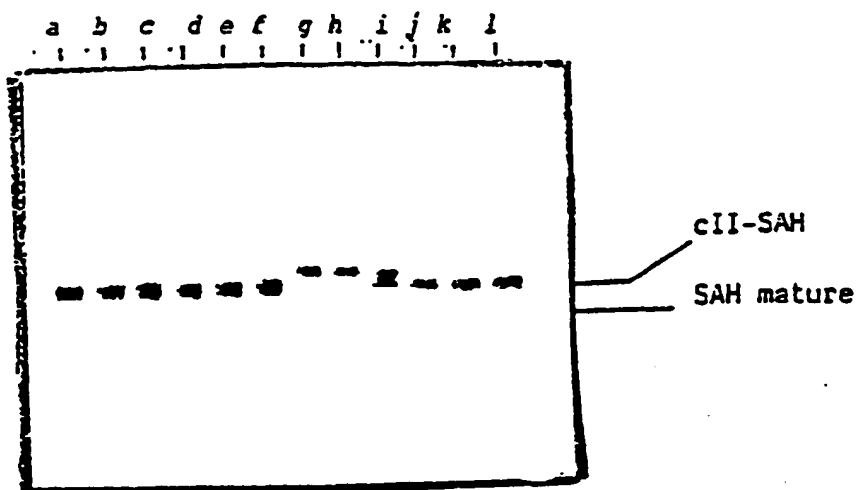
OLIGONUCLEOTIDES SYNTHETIQUES
EMPLOYES DANS LA CONSTRUCTION DE
LA cII-SAH

Figure 6



PLASMIDE D'EXPRESSION "PSEUDO-PRO-SAH"

Figure 7



a à f : SAH commerciale (sigma)

g à l : cII-SAH d'origine microbiologique ("pseudo-pro-SAH")

a , g : pas de trypsine

b , h : 0,1 μ g/ml trypsine

c , i : 0,2 μ g/ml trypsine

d , j : 0,4 μ g/ml trypsine

e , k : 0,8 μ g/ml trypsine

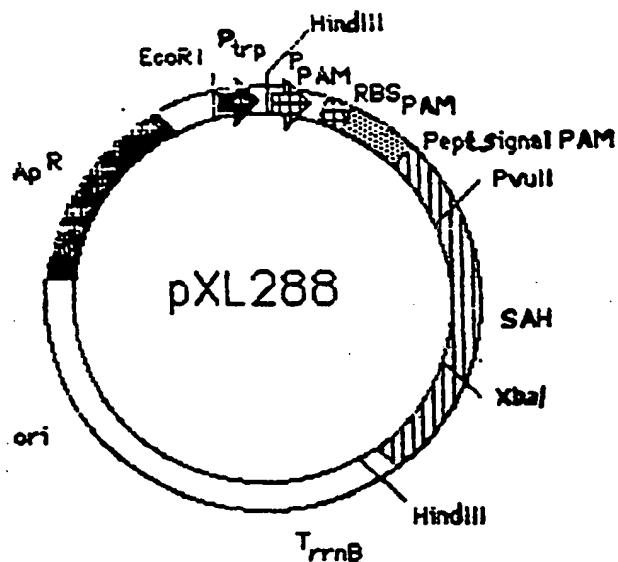
f , l : 1,6 μ g/ml trypsine

[SAH] 1mg/ml, 1 heure d'incubation à 37°C.

analyse : gel de polyacrylamide 10 % non dénaturant.

Conversion de la cII-SAH en SAH mature

Figure 8



Plasmide d'expression de la fusion "Peptide signal PAM-SAH"

EcoRI
GAATTCCCTGTTGACGATTTATCATCGAACTAGTTAACTAGTACGCGAGCTTGGCTGCAGGT
 Promoteur Tryptophane

HindIII
CGACCTGCAGCCGAGCTTCGTTGCTAGTATCATTCGCTAATTATACGCTGCCAGAGGATACA
 Promoteur et Site de fixation des ribosomes de PAM

ATG AAA ATT AGA ATT CGT ATG ATC GTG AAC TGT GTT ACT GCT GCT TCC CTG
 Met Lys Asn Arg Asn Arg Met Ile Val Asn Cys Val Thr Ala Ser Leu
 séquence signal de la PAM
 ← séquence déletée pour construire

ATG TAT TAT TGG AGC TTA CCT GCA CTG GCT GAT GCA AAC ARG...
 Met. Tyr Tyr Trp Ser Leu Pro Ala Leu Ala Asp Ala His Lys...
 SAH
 PAM1-SAH →

Séquence des signaux d'expression et du début de la fusion
 "Peptide signal PAM-SAH" de pXL288.

A. SEQUENCES DES ACIDES AMINES DES DIFFERENTS SEGMENTS "PSEUDO-PRO"

cII-SAH

MET VAL ARG ALA ASN LYS ARG-ASP
 ATG GTT CGT GCA AAC AAA CGC GAT...
 aa1SAH

PAM1:

MET LYS ASN ARG ASN ARG-ASP
 ATG AAA AAT AGA AAT CGT GAT....

PAM2:

MET LYS ASN ARG LYS ARG-ASP
 ATG AAA AAT AGA AAA CGT GAT....

PAM3:

MET LYS LYS ARG LYS ARG-ASP
 ATG AAA AAA AGA AAA CGT GAT...

B. MODIFICATIONS EFFECTUEES SUR PAM1

PAM3

LYS

PAM2

LYS}
LYS}

PAM1

MET LYS ASN ARG ASN ARG ASP
 ATG AAA AAT AGA AAT CGT GAT....



A} modifications effectuées
 } par mutagénèse dirigée
 A} par oligonucléotide

Figure 10

A. OLIGONUCLEOTIDE UTILISE POUR LA MUTAGENESE PAR DELETION POUR CONSTRUIRE PAM1 - SAH (pXL641)

5'-ATGAAAAATAGAAATCGTGATGCACACAAGAGTG-3'
PAM SAH

B. OLIGONUCLEOTIDE UTILISE POUR LA MUTAGENÈSE DIRIGÉE POUR CONSTRUIRE PAM2 - SAH (pXL740)

5'CAATGAAAAAATAGAAAACGTGATGCACACAAGAGT-3'
 ↑
 nucléotide modifié

C. OLIGONUCLEOTIDE UTILISE POUR LA MUTAGENÈSE DIRIGÉE POUR CONSTRUIRE PAM3 - SAH (pXL741)

Figure 11

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

BLACK BORDERS

IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

FADED TEXT OR DRAWING

BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

SKEWED/SLANTED IMAGES

COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

GRAY SCALE DOCUMENTS

LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.